ENDEAVOUR

Revista trimestral designada a registrar el progreso
de las ciencias al servicio de la humanidad

VOLUMEN I JULIO 1942 NUMERO 3

La responsabilidad del hombre de ciencia

En el presente número, la correspondencia de colaboradores distinguidos plantea la cuestión del lugar que ocupa la ciencia en la sociedad. Esta es una cuestión de primera importancia, pues la ciencia afecta de una manera íntima y profunda a cada uno de los detalles de la civilización. Su influencia será, inevitablemente, todavía mayor en el futuro. Pero es esencial tener una idea clara de lo que entendemos por « ciencia ». Una definición precisa va con el término si le igualamos a « las ciencias », y así le empleamos aquí.

El problema fundamental con que se encuentra la ciencia en el terreno de la ética es el de hacerse conocer por la humanidad en su conjunto. ¿Qué fracción de la población de cualquier país civilizado — incluso del nuestro — puede ser considerada con una concepción propia de la ciencia, de sus aspiraciones, sus métodos, sus resultados? Aun con la más holgada estimación, tiene que ser muy pequeña. El desconocimiento de la ciencia no está de ningún modo relegado a las clases sociales más humildes. Está particularmente reflejado en la prensa popular. Todos los días aparecen en los diarios errores elementales, referencias equivocadas, o explicaciones fuera de actualidad concernientes al progreso y descubrimiento científicos. No toda la culpa es de ellos. No hay, en ninguna parte, entre los hombres de ciencia, una disposición — en verdad, tampoco la capacidad — para cuidar de que las ideas y la práctica del laboratorio y de la sala de conferencias lleguen al público a través de la prensa o por otros medios. No es sorprendente que el modo establecido de pensar y considerar las cosas científicamente no sea comprendido, e incluso se le mire con desconfianza, por el público. Hasta qué punto es endeble el arraigo adquirido por la ciencia en el alma popular, puede ser inferido del fuego latente de la superstición astrológica, ahora avivada en llama por los vientos de la guerra. Cuan poco es lo que sabe incluso el inglés instruído de la obra realizada por los hombres de ciencia británicos, aparece mostrado en su propensión a considerar que el genio y la organización de la química son de monopolio alemán.

El remedio está en las manos de los propios hombres de ciencia; y en ningún país tienen éstos un deber más imperativo que en la Gran Bretaña, pues no hay país con mayor responsabilidad política allende los mares, ni ninguno donde sean más típicas las características de taciturnidad y de pecar por defecto en la expresión. La ciencia, positivamente, ha de ser expresada en palabras. Aun cuando los hombres de ciencia puedan sentir repulsión por la publicidad, se ven obligados, como corporación, a competir con los políticos, pues la ciencia es la que guarda las llaves del futuro.

Se tiene en esto la oportunidad para una acción concertada de los diversos organismos y asociaciones científicas de las Islas Británicas, y en realidad de la Comunidad Británica de Naciones. Ciertos pasos podían ser dados inmediatamente. Debiera instarse al Gobierno a fomentar la enseñanza de la ciencia con mayor extensión en las escuelas primarias, para que todos los niños, y no solamente los que acuden a las escuelas secundarias, pudieran obtener algunas nociones básicas respecto a lo que es la ciencia. Es todavía más vital ver la manera de llegar al adolescente, cuya educación científica (excepto en el caso de los que adoptan una profesión relacionada con la ciencia) cesa bruscamente con el fin de la vida escolar. Si aquella pudiera ser continuada usando más extensivamente la radio, por un número mayor de conferencias públicas, por medio de crónicas de ciencia en los diarios y en las revistas, con la publicación de más libros populares sobre temas científicos, y en general con el abandono de la actitud de apartamiento en el silencio del hombre de ciencia, podríamos esperar confiadamente constituir una nación preparada para comprender y

capaz de utilizar los recursos ilimitados del espíritu y la materia.

Enseñar los rudimentos de la ciencia hasta la edad de 16 años y cesar entonces, equivale a desperdiciar la cosecha de la semilla sembrada. El proceso formativo debe ser continuado a través de los años aptos que preceden a la mayoridad, siendo los científicos los únicos que pueden asegurar su continuación. Finalmente, si la ciencia tiene que expresarse en palabras, hay que enseñarla a ir del brazo con las letras. No significa menosprecio alguno reconocer que los hombres de ciencia rara vez se muestran con dominio de la prosa. La causa principal de la taciturnidad de la ciencia es probable que no esté en la falta de capacidad literaria, sino en la naturaleza apremiante y absorbente de la investigación científica. El deseo de dedicarse a la investigación original tiende a hacer olvidar la urgencia de las relaciones públicas de la ciencia, de suerte que una tarea que debiera ser propiamente obra de los principales, queda relegada con demasiada frecuencia a manos menos competentes. Hay que reparar este estado de cosas. La ciencia, en una palabra, tiene que saber expresarse — no la basta con aceptar su responsabilidad para con el público, sino que ha de aprender la manera de cumplir con ella.

Correspondencia

Los trabajos y la correspondencia deberán ser enviados al editor: E. J. Holmyard, c/o Imperial Chemical Industries Limited, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Se invita a los investigadores ocupados en trabajos de carácter interesante o importante a enviar notas breves sobre los trabajos en curso y los resultados obtenidos.

EL FUTURO DE LA INVESTIGACION

De J. B. S. Haldane

El editorial del número de abril de ENDEAVOUR (pág. 49) plantea un conjunto de cuestiones importantes. En primer lugar, permítanme controvertir un punto. Se dice que « En ambos campos, la principal y prácticamente la única actividad de los hombres de ciencia está dirigida hacia la resolución de problemas inmediatos ». Desgraciadamente esto no es así con respecto a los biólogos. Nuestros jefes, tanto de la guerra como de la industria, no se dan cuenta de que las condiciones bajo las cuales luchan y trabajan hombres y mujeres plantean un número de problemas de fisiología bastante para justificar una investigación extensa, parte de la cual resultaría de provecho inmediatamente.

Con relación a la política de post-guerra, el autor del artículo no parece ver otras posibilidades que la de « la prosecución del saber por el saber » o su « aplicación al mejoramiento de la vida humana ». Esto refleja la rígida distinción entre la ciencia pura y la ciencia aplicada, entre el hombre de ciencia de la universidad y el de la fábrica, que caracteriza a nuestra sociedad. Esta distinción no está en la naturaleza de las cosas. Los fundadores de la *Royal Society* eran hombres de gran deseo de saber, y, sin embargo, no daban valor « a ningún conocimiento que no estuviera dirigido a la aplicación ». Grandes y progresivas entidades modernas conceden a muchos de sus trabajadores científicos amplias oportunidades para la investigación « pura », y encuentran que esto « tiene su recompensa ». En otras partes del mundo los científicos de la industria también se hacen cargo de la enseñanza. A las instituciones académicas de investigación se las asignan problemas prácticos, los cuales, sin embargo, no ocupan todo su tiempo.

Creo que las mejores condiciones para la investigación, y las más convenientes para los hombres de ciencia, resultan cuando la teoría y la práctica no están separadas, cuando el mismo hombre o mujer emplea parte de su tiempo pegado a la rueda de molino de la ciencia aplicada o de la enseñanza, y la otra parte en la torre de marfil de la investigación « pura ». Si la mayoría de los trabajadores científicos convinieran en que esta sería una digna aspiración, podrían darse los pasos para cuidar de que fuera realizada con alguna extensión, al menos durante la reconstrucción en la post-guerra.

De J. R. Baker.

Los hombres de ciencia han ofrecido gustosamente sus servicios a la nación durante el período de la guerra, para ser utilizados de la manera que el Gobierno considere adecuada. Esto es justo y apropiado, pues la guerra moderna es un asunto de plazo relativamente corto. Es curioso considerar que si esta guerra fuera probable que durara cincuenta o cien años, la mejor política sería, probablemente, la de dejar a los hombres de ciencia libres para seguir sus propias inclinaciones. Los grandes avances técnicos, desde las aplicaciones de la inducción electromagnética hacia abajo, han emanado casi siempre de la investigación científica, efectuada por hombres de genio o de talento que deseaban saber más respecto al universo y no soñaban con resultados prácticos cuando estaban llevando a cabo su obra.

Un conjunto creciente de hombres de ciencia británicos está ya, por fin, despertándose al peligro inherente a la demanda de que la ciencia fuera organizada de una manera central. Se debe esperar que, en el período de reconstrucción después de la guerra, la Gran Bretaña mantenga su posición gallarda como el campeón de la libertad, no solamente en la esfera política

ordinaria, sino también sobre la entera serie de actividades humanas, incluyendo la ciencia y todas las demás ramas de la cultura.

De J. D. Bernal

La experiencia de la guerra ha hecho ver, como señalaba su Editorial de abril, la importancia de la organización del esfuerzo científico. No hay razón, sin embargo, para temer que, como resultado de la experiencia de la guerra, se vea cercenado o detenido el desarrollo libre de la ciencia. La organización eficaz de la ciencia no implica ni el interés exclusivo por problemas de aplicación inmediata, ni la sujeción de los hombres de ciencia a la disciplina de una burocracia rígida y desprovista de imaginación. Los que han estado laborando por el mejoramiento del caótico régimen científico actual, en el sentido de utilizarle de una manera más eficaz para el bienestar de la humanidad, se dan cuenta de que cualquier desarrollo semejante frustraría inmediatamente sus fines. Si se atendiera exclusivamente a la ciencia aplicada, nunca serían dilucidados los principios básicos sobre los cuales tendría que apoyarse cualquier nuevo desarrollo, por práctico que fuera. Ahora vemos claramente que, desde las matemáticas hasta la psicología, no hay rama de la ciencia que no sea necesaria de una manera u otra, bien ahora, o bien en un futuro próximo.

Todas las ramas, por consiguiente, tienen que ser cultivadas. Esto no impide a nadie dedicarse al estudio exclusivo de alguna ciencia en particular, si le interesa, ni siquiera el desarrollo de alguna rama en escala muchas veces mayor que la intentada al presente.

Análogamente, los organizadores de la ciencia ven en la burocracia chapada a la antigua un enemigo de la ciencia. Hasta que pueda ser creada una nueva burocracia con imaginación científica, es preciso que la organización de la ciencia esté en las manos de los hombres mismos de ciencia — y no meramente en las de los principales, sino con una dirección democrática plenamente representativa de los científicos y técnicos más jóvenes.

Sólo una organización democrática semejante puede asegurar la libertad completa de la ciencia, es decir, la libertad para descubrir, tanto como para intervenir en la aplicación de los descubrimientos. La presente libertad de la ciencia ha reducido los estatutos del hombre de ciencia a los de un soñador ineficaz, o a los de un hombre práctico esclavizado a intereses muy alejados de los ideales de la ciencia. Una sociedad libre no puede pasarse sin organización —.ni tampoco la ciencia libre.

QUIMICOS Y QUIMICA

De E. F. Armstrong

La última guerra nos encontró desprevenidos por lo que respecta a químicos e industria química. Las lecciones fueron tomadas en serio, y en 1939, al estallar la guerra, los químicos estaban, probablemente, en mejor situación para hacer frente a la urgencia que cualquier otro sector de la comunidad. Dos de las razones para esto fueron el grande y creciente número de químicos con alta preparación y plena competencia de que se disponía, gracias a las universidades y colegios; y la estrecha cooperación entre los directores y las sociedades de la industria química. Los químicos constituyen la materia prima básica de nuestra industria, y nunca resultarán demasiados los que tengamos, con tal de que sean de los mejores. Otros tardarían menos en desalentarse. El químico tiene que tener presente que su primer puesto lo obtiene en gran parte por las recomendaciones de su maestro, pero que su porvenir depende de su propia capacidad como hombre y como químico: él tiene que hacer que tengan utilidad sus conocimientos.

Esta guerra ha demostrado que estamos en el verdadero camino. Tenemos que tener químicos e ingenieros químicos si es que hemos de resolver los problemas económicos del futuro. Pero ¿qué es lo que tenemos que aprender? Ciertamente, a ser fuertes en nuestra propia casa. Las sociedades tienen que prestar toda la asistencia posible a las universidades, a fin de que estas dispongan de laboratorios modernos y bien equipados. Algunas ya lo hacen generosamente, pero un laboratorio deja de reunir en un plazo de veinte años las condiciones adecuadas, así que es necesaria, con mucho, mayor ayuda. Equipo, no dotación, es lo que se requiere. Buenos talleres y buenos maestros significan alumnos capaces e investigación de primera clase: una afluencia permanente a una industria progresiva.

Existen amplios campos que captar por nuestra industria química. Pero el éxito exige mucho — nada que no sea lo mejor servirá para obtenerlo.

JOHN FERGUSON

De John Read

Les quedaría agradecido si incluyeran ustedes las siguientes referencias bibliográficas anexas al original de mi artículo en el número de enero (págs. 31 y 32):

[1] J. FERGUSON, *Bibliotheca Chemica*, 2 vols., Glasgow, 1906. [2] *Op. cit.*, **1**, viii. [3] J. J. MANGET, *Bibliotheca Chemica Curiosa*, 2 vols., Geneva, 1702. [4] T. S. PATTERSON, *Annals of Science*, 1937, **2**, 297. [5] T. S. PATTERSON, *Glasgow University Magazine*, 6th December, 1916. [6] F. O. BOWER, *ibid.* Sin estas referencias, quedaría sin constar mi reconocimiento por los textos citados del Profesor T. S. Patterson y del Profesor F. O. Bower, relativos a John Ferguson. Por lo que se refiere al Profesor Patterson, en este reconocimiento se comprende también el párrafo final del artículo. Con relación a los testimonios contradictorios pertinentes a la fecha del nacimiento de Ferguson, me es posible añadir que en un pasaje oficial del registro de nacimientos de la parroquia de Alloa, que el SR J. W. NAPIER tuvo la bondad de enviarme, se hace constar que «John, hijo legal de William Ferguson y Margaret Kidd,» nació allí el 24 de enero de 1838.

[NOTA: *Sentimos que el grandísimo apremio de espacio en nuestro número inaugural hiciera necesaria la omisión de esta lista de referencias, teniendo ahora la satisfacción de publicarla, juntamente con el interesante aditamento hecho por el* PROFESOR READ. EL EDITOR.]

APLICACIONES DE LA FOTOGRAFIA

De George A. Jones

La Asociación de Trabajadores Científicos está organizando una exposición que habrá de celebrarse en noviembre, en la casa de la *Royal Photographic Society*. El objeto de la exposición es el de ilustrar sobre las aplicaciones de la fotografía a la ciencia, la medicina y la industria, con miras a conseguir que tales aplicaciones sean más fácilmente utilizables en general y mejor conocidas por el público. El Comité de Fotografía de la Asociación, deseoso de obtener ejemplos de tales trabajos, ruega a cuantos puedan proporcionar algo que exponer que se dirijan para más detalles al *Hon. Secretary, Photographic Exhibition Committee, Association of Scientific Workers,* 73 *High Holborn, London, W.C.*1.

Las materias colorantes rojas y azules de las plantas

SIR ROBERT ROBINSON

La apreciación estética de los colores es, posiblemente, tan grande por parte del químico como por parte del artista. Pero mientras que lo que el último experimenta es un deseo de utilizar los colores, el impulso que anima al químico es el de penetrar en su composición química. En las páginas que siguen Sir Robert Robinson relata la historia fascinadora de la manera por la cual él y otros investigadores han logrado trazar la arquitectura molecular de estas complejas substancias.

Los grupos principales de pigmentos vegetales son: *a*) clorofila verde y sus análogos; *b*) los carotenoides amarillos y anaranjados, en general insolubles en el agua y solubles en disolventes orgánicos; *c*) pigmentos varios, tales como los relacionados con el antraceno y las materias colorantes de los hongos; *d*) las grandes clases de pigmentos solubles en el agua, comprendiendo las antoxantinas amarillas y las antocianinas anaranjadas, rojas, magentas, violetas y azules. El conocimiento preciso que hoy poseemos de la química del grupo empezó a formarse desde 1913, año en el cual WILLSTÄTTER y EVEREST publicaron sus investigaciones sobre el azul de aciano. Esto no quiere decir que no fuera sabido nada antes de esa fecha — las reacciones de las antocianinas con los ácidos y álcalis fueron observadas por ROBERT BOYLE y NEHEMIAH GREW, y más tarde por otros muchos.

BERZELIUS (1837), MOROT (1850), HEISE (1889), GLAN (1892), y GRIFFITHS (1903) trataron de aislar los pigmentos puros, con éxito diferente, y los resultados no fueron de ninguna manera de despreciar, aunque el objetivo nunca fué alcanzado. Del trabajo de Heise y de Glan aparecía que las antocianinas podían ser glucósidos exentos de nitrógeno. Este modo de ver fué acentuado por el botánico MOLISCH (1905), el que demostró que las antocianinas se presentan a veces en las flores en estado cristalino y podían ser frecuentemente cristalizadas fuera de la planta.

GRAFE (1906–11) llevó a cabo un procedimiento semejante en mayor escala, pero desgraciadamente el estudio no se tradujo en ningún progreso notable.

El aislamiento, caracterización y análisis de muchas antocianinas puras fueron efectuados por Richard Willstätter y sus colaboradores (1913–17). La técnica variaba de un caso al otro, pero el procedimiento normal se fundaba en admitir que los pigmentos se encuentran como sales en solución ácida. La materia vegetal, ordinariamente pétalos secos, era tratada con disolución metanólica o etanólica de cloruro de hidrógeno, o con ácido acético. La sal pigmento en bruto era precipitada de la disolución por adición de un volumen grande de éter, y este proceso o un proceso semejante podía ser repetido. Los cloruros de antocianina eran después cristalizados de una disolución acuosa o alcohólica de ácido clorhídrico.

De esta manera, los acianos azules o de color de Burdeos intenso, las rosas y las dalias rojas daban un *cloruro de cianina*, en todos los casos el mismo, el cual es muy poco soluble en la disolución acuosa de ácido clorhídrico (al 0,5 por ciento) y cristaliza en hojuelas rómbicas o agujas microscópicas, rojas a la luz transmitida y presentando un fino brillo bronceado. La composición de los cristales es $2C_{27}H_{31}O_{16}Cl$, $5H_2O$, y $C_{27}H_{31}O_{16}Cl$, después de desecación a 105° C. en alto vacío. Análogamente, el pelargonio escarlata da bellos cristales (finas agujas rojo-anaranjadas) de una antocianina, $C_{27}H_{31}O_{15}Cl$, denominada *cloruro de pelargonina*.

No obstante lo complejas que son las moléculas de estas materias colorantes, la determinación de su estructura molecular fué hecha sin dificultad, con excepción de algunos detalles aclarados en síntesis posteriores. El ácido clorhídrico del 10 por ciento da lugar a una descomposición por hidrólisis en nuevas sales coloreadas llamadas *antocianidinas* y a dos moléculas de glusosa:

$$C_{27}H_{31}O_{16}Cl + 2H_2O = C_{15}H_{11}O_6Cl + 2C_6H_{12}O_6$$

Cloruro de cianina — *Cloruro de cianidina* — *Glucosa*

$$C_{27}H_{31}O_{15}Cl + 2H_2O = C_{15}H_{11}O_5Cl + 2C_6H_{12}O_6$$

Cloruro de pelargonina — *Cloruro de pelargonidina* — *Glucosa*

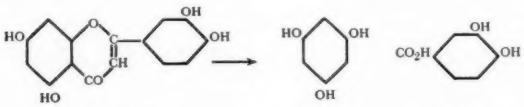
Resulta que estas antocianinas son diglucósidos de las antocianidinas, y el proceso de descomposición es un proceso con el cual los químicos hace largo tiempo que están familiarizados.

$$C_6H_{11}O_5 - O - R + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + HO{\cdot}R$$

El problema ha sido ahora grandemente simplificado; ha quedado reducido a la determinación de la constitución de las antocianidinas y del modo de unirse a ellas las moléculas de glucosa.

Ahora bien, al cloruro de cianidina puede hacérsele perder fácilmente HCl, por ejemplo tratándole por acetato de sodio en agua (una disolución débilmente alcalina), con lo que da la *base de color* violeta intenso, $C_{15}H_{10}O_6$. Esta es la composición de la antoxantina llamada *luteolina*, un tinte mordiente amarillo derivado de la *Reseda luteola*. La planta seca es el tinte más antiguo de Europa, habiendo sido empleado al norte de los Alpes en los tiempos de JULIO CESAR.

La luteolina, que es una antoxantina típica (*ver arriba*), forma sales con los ácidos fuertes, pero éstas son mucho menos estables y menos intensamente coloreadas que el cloruro de cianidina. Su constitución (I) es conocida como resultado de los trabajos de A. G. PERKIN y ST. VON KOSTANECKI, y la substancia ha sido obtenida sintéticamente por más de un método. Damos un ejemplo de descomposición típica que puede ser conseguida por fusión con hidróxido de potasio:

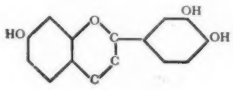


(I) — *Floroglucinol* — *Acido protocatechuico*

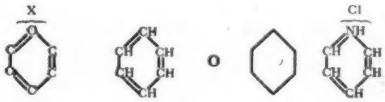
La substancia de la cual la luteolina es el tetrahidroxi-derivado es denominada *flavona*, y ya habían sido aisladas a partir de substancias vegetales un gran número de flavonas.

Con objeto de ver si realmente existe alguna forma de relación entre la cianidina y la luteolina, Willstätter y Everest fundieron la primera también con hidróxido de potasio y consiguieron aislar el floroglucinol y el ácido protocatechuico. Entonces pareció altamente probable que el cloruro de cianidina contuviera el grupo (II).

Otra serie de investigaciones, tendiendo a confirmar la deducción, se refería a la constitución del grupo mejor conocido de sales relativamente estables de oxonio, llamadas así por analogía con las sales de amonio. Por las investigaciones de COLLIE, BAEYER, WERNER, DECKER y FELLENBERG, y W. H. PERKIN y ROBINSON era ya sabido que estas contienen invariablemente una estructura conocida como pirilio (III), el cual puede ser comparado con el benceno (IV) y el clorhidrato de piridina (V):

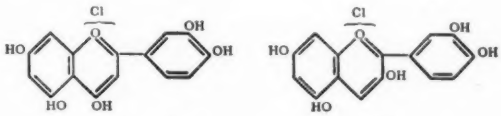


(II)



(III) (IV) (V)

Así, en armonía con la teoría del pirilio, el clorhidrato de luteolina sería (VI), y puesto que los productos de descomposición nos impiden pensar en la modificación de los anillos bencénicos, la única estructura de cianidina posible, estrechamente relacionada con la luteolina, es (VII):

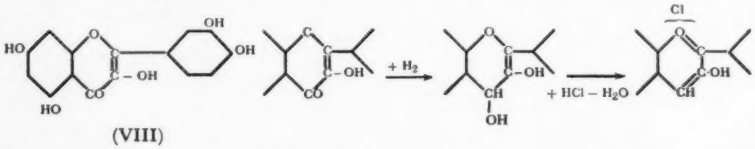


(VI) (VII)

[El paréntesis indica la electrovalencia de las sales como en el $\overset{+}{Na}\}\overset{-}{Cl}$ o el $\overset{+}{NH_4}\}\overset{-}{Cl}$, donde los iones cargados están ligados por atracción electrostática. Tal valencia difiere de la del tipo representado por líneas, como la de la molécula de hidrógeno, $H \times\!\!\times H$, la cual es no-polar (covalencia), pues la fuerza de ligadura descansa en el compartimiento de electrones entre dos átomos.]

La fórmula (VII) indica que el cloruro de cianidina pudiera ser también relacionado con la más extensamente repartida de todas las antoxantinas, es decir la quercetina (VIII), y una prueba de la estructura fundamental de la antocianidina fué obtenida cuando se encontró que podía ser producida por reducción de la quercetina en disolución ácida. El reactivo empleado fué el magnesio en disolución metanólica de ácido

clorhídrico. Los cambios en el núcleo central son representados en fórmulas parciales y concuerdan con las analogías en otras series:

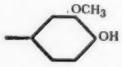


(VIII)

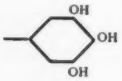
Lo de que (VII) representa bien el cloruro de cianidina fué probado posteriormente por varias síntesis inequívocas, y además todas las antocianidinas conocidas han sido obtenidas por síntesis, así como algunos centenares de sales de pirilio similares. La única diferencia entre ellas yace en el número, naturaleza y posiciones de los grupos unidos al sistema de triple anillo.

Más tarde, Willstätter y sus colaboradores aislaron otras antocianinas. El cloruro de delfinina, de las flores de delfinio, se divide en *cloruro de delfinidina*, $C_{15}H_{11}O_7Cl$, dos moléculas de glucosa y dos moléculas de ácido *p*-hidroxibenzóico. El verdadero análogo de la cianina y la pelargonina basado sobre la delfinidina es el *cloruro de delfina*, $C_{27}H_{31}O_{17}Cl$, y éste fué aislado posteriormente por SCOTT-MONCRIEFF y ROBINSON de las flores de la *Salvia patens*. Excepto en un caso, las variaciones están todas en el núcleo de la derecha y, por consiguiente, sólo éste necesita ser representado. Todas han sido preparadas sintéticamente.

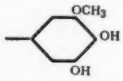
Cloruro de pelargonidina



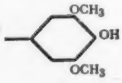
Cloruro de peonidina



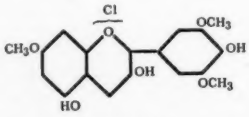
Cloruro de delfinidina



Cloruro de petunidina



Cloruro de malvidina

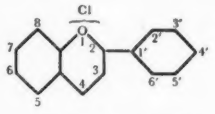


Cloruro de hirsutidina

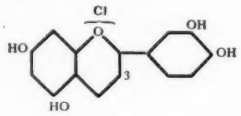
Las más extensamente repartidas son la pelargonidina, cianidina, delfinidina, y la malvidina.

La amapola roja (*Papaver rhoeas*) está coloreada por la mecocianina, un isomero del cloruro de cianina y también un diglucósido de cianidina. Son conocidos muchos monoglucósidos, unos cuantos monogalactósidos y muchos ramnoglucósidos y pentosoglucósidos. Un caso muy corriente es la acilación de un número de grupos oxhidrilos, como en el cloruro de delfinina. La *calistefina* del aster (Willstätter) o del clavel rojo (Robinson) es el monoglucósido de la pelargonidina. La *crisantemina* del crisantemo rojo intenso es el monoglucósido de la cianidina; la *oenina* de los hollejos de las uvas negro-purpurinas es el monoglucósido de la malvidina; el monoglucósido de la peonidina se presenta en los hollejos de los arándanos grandes de Terranova. El monogalactósido de la cianidina colorea los arándanos más pequeños de Europa; es denominado *idaeina;* la hierba becerra o antirrino (*Antirrhinum majus*) contiene antirrinina, que es el ramnoglucósido de la cianidina. Estos ejemplos bastarán para indicar la extensión de las antocianinas, pero son conocidos otros muchos tipos.

Queda el problema del punto o puntos de unión de los residuos de azúcar y éste ha sido resuelto por tres métodos: en unos casos por degradación (KARRER), por comparación de propiedades con antocianidinas de estructura conocida obtenidas sintéticamente con este objeto (Robinson y colaboradores), y más tarde por síntesis total de las antocianinas mismas. Como ejemplo del segundo método, el cloruro de cianidina se disuelve en una disolución de carbonato sódico en agua dando un líquido de color azul puro, pero la crisantemina da una disolución coloreada en violeta que se convierte en azul por adición de hidróxido de sodio. El residuo de azúcar en el monoglucósido protege envolviéndole a un grupo oxhidrilo, y de este modo modifica las reacciones; la cuestión es: ¿de qué grupo oxhidrilo se trata?



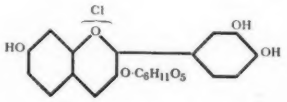
Esquema de numeración



(IX)

Por una reacción diferente, sabemos que los oxhidrilos en las posiciones 3 y 4 están libres. El cloruro de cianidina en disolución débilmente ácida da una coloración azul muy intensa por adición de un vestigio de sal férrica. Este comportamiento no le presentan más que las antocianidinas síntéticas. La crisantemina da esta reacción férrica y, por consiguiente, el azúcar no está ligado ni a la posición 3′ ni a la 4′. Cuando las antocianidinas que contienen un oxhidrilo

menos que la cianidina fueron obtenidas sintéticamente, se encontró que solamente (IX) se comportaba como la crisantemina frente a los álcalis; de aquí resultaba que el oxhidrilo en posición 3 no está libre en este monoglucósido. En otras palabras, la indicación era de que la crisantemina es monoglucósido-3 de cianidina (X). La probabilidad aumentó grandemente

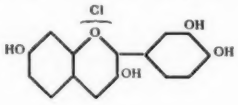


(X)

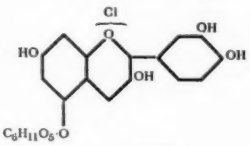
cuando se encontró que comparaciones similares demostraban que *todas* las antocianinas monoglucosídicas debían ser glucósidos-3 de antocianidina.

Ha sido mencionado antes que el cloruro de mecocianina es isomero del cloruro de cianina, y es digno de observar que el comportamiento de los dos pigmentos en disoluciones de *p*H variable es completamente diferente. Las reacciones de la mecocianina son, como una cuestión de hecho, casi idénticas a las de la crisantemina. Hidrólisis muy esmeradas dividen la mecocianina en crisantemina y glucosa, y, conforme a esto, el pigmento es glucósido de crisantemina. Como sabemos por el estudio de una gran variedad de sales sintéticas de pirilio de constitución conocida que las propiedades en cuestión son prueba de que solamente uno de los oxhidrilos de la cianidina (en posición 3) puede ser modificado, se sigue que la mecocianina debiera ser un biósido y contener el grupo $-O{\cdot}C_6H_{10}O_4{\cdot}O{\cdot}C_6H_{11}O_5$ en posición 3. Esta hipótesis quedó justificada por síntesis (*véase abajo*), y un argumento similar se aplica a la antirrinina.

Pero el cloruro de cianina es diferente, y pensamos que tenía que ser biósido-5 de cianidina porque la sal (XI) da reacciones de color semejantes a las de la cianina. Esto pareció ser confirmado cuando se encontró que la hidrólisis parcial de la cianina daba un nuevo monoglucósido de cianidina llamado cianenina, y éste no podía ser más que glucósido-5 de cianidina (XII):



(XI)



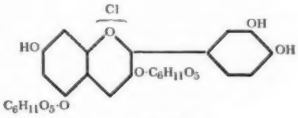
(XII)

De nuevo, se probó por síntesis que era justa esta última manera de ver.

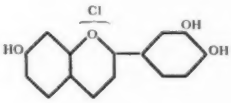
Un estudio más detallado puso al descubierto la diferencia entre la cianenina y la cianina.

Una disolución ácida muy diluída de una antocianina no puede ser conservada indefinidamente en contacto del aire; el pigmento se destruye por oxidación. El proceso es acelerado por la presencia de catalizadores tales como las sales de hierro, y fué observado que las antocianinas son mucho más estables a este respecto que las antocianidinas derivadas de ellas.

Por aplicación de condiciones normales, se encontró que los pigmentos podían ser divididos en dos clases: un grupo que tardaba muchas horas en destruirse, y otro que se destruía rápidamente en unos minutos. Las substancias de estructura conocida de la primera clase no contenían ningún oxhidrilo libre en posición 3, mientras que este grupo estaba presente en las substancias de la segunda clase. La cianenina (como la cianidina) era destruída rápidamente, pero la cianina (a semejanza de la crisantemina y de la mecocianina) era muy estable frente a tal oxidación por el aire. La conclusión era que la cianina tenía que ser un glucósido-3, y puesto que es también un glucósido-5 debiera ser dimonoglucósido-3 : 5 de cianidina (XIII). Después se halló que las reacciones de color de (XIV) eran como las de la cianina:



(XIII)



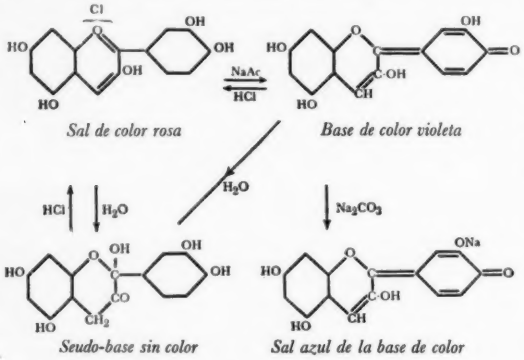
(XIV)

La validez de este modo de razonamiento fué probada finalmente por síntesis, y otros métodos similares demostraron que la pelargonina, malvina, delfina, petunina (de las petunias), y la hirsutina (de la *Primula hirsuta*) son también dimonoglucósidos-3 : 5 de las respectivas antocianidinas. En el caso de los derivados de la pelargonidina, la modificación o eliminación del oxhidrilo en posición 5 queda descubierta por la aparición de una fluorescencia verde-amarillenta en la disolución alcohólica ácida. La pelargonidina y la calistefina no dan fluorescencia alguna, pero la pelargonina y la pelargonenina (glucósido-5 de la pelargonidina obtenido por hidrólisis parcial de la pelargonina) fluorescen brillantemente.

FUNDAMENTO QUIMICO DE LAS REACCIONES DE COLOR

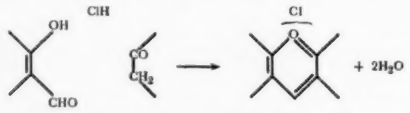
Las antocianidinas y las antocianinas en disolución diluída débilmente ácida son en muchos

casos convertidas en las *seudo-bases* sin color, de las cuales pueden ser regeneradas por la adición de un ácido. Las transformaciones en la disolución pueden ser representadas en el caso de la cianidina:

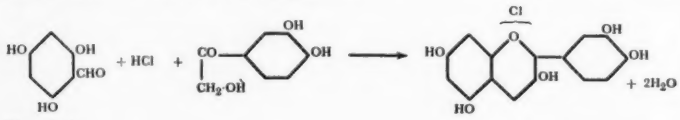


SINTESIS DE LAS ANTOCIANINAS

El método empleado consistió en el perfeccionamiento de la síntesis de una sal de pirilio (Decker y Fellenberg, y W. H. Perkin y el escritor, 1907). Un hidroxialdehido apropiado es condensado con una substancia conteniendo el grupo $-CO-CH_2-$ por medio de gas clorhídrico:

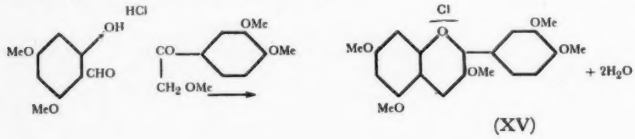


Así, pudiéramos esperar el poder obtener sintéticamente el cloruro de cianidina.



Floroglucinaldehido

El floroglucinaldehido es una substancia bien conocida, pero cuando se pone en contacto con el gas clorhídrico comienza a condensarse, y este proceso tiene lugar con mayor rapidez que la síntesis deseada, por lo que el floroglucinaldehido no puede ser empleado. En todos los casos semejantes el químico de orgánica emplea el artificio de proteger los grupos de reacción (o activadores). En el trabajo primitivo esto fué hecho con exceso, con una protección completa proporcionada por grupos metilos ($CH_3 = Me$):



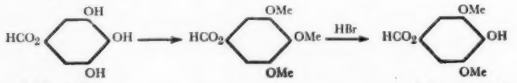
(XV)

Este cloruro de O-pentametilcianidina (XV) fué convertido en yoduro de cianidina con ácido yodhídrico concentrado, a la ebullición. El yoduro fué transformado en cloruro por medio de cloruro de plata, y el producto resultó ser idéntico al cloruro de cianidina de la cianina y crisantemina. La pelargonidina y la delfinidina fueron obtenidas sintéticamente de una manera análoga, pero es evidente que las antocianidinas parcialmente metiladas, como la malvidina, no podían ser obtenidas de esta manera.

Después de un trabajo de experimentación considerable, fué hallado que un grupo benzoilo es protección suficiente para el floroglucinaldehido, mientras que el segundo componente no necesita protección ninguna. Las benzoilantocianidinas resultantes pueden ser hidrolizadas por el hidróxido de sodio hidro-alcohólico en frio, el cual tambien rompe el anillo central. La adición de ácido clorhídrico reconstituye el anillo y proporciona la antocianidina. Todas las antocianidinas han sido obtenidas sintéticamente de esta manera.

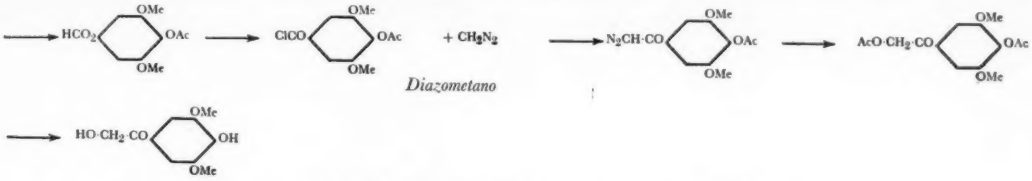
Prescindiendo de la síntesis del grupo benzoilo, el benzoilfloroglucinaldehido puede ser obtenido a partir del carbono en diez etapas: $C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5NO_2 \rightarrow C_6H_4(NO_2)_2 \rightarrow C_6H_3(NO_2)_3 \rightarrow C_6H_3(NH_2)_3 \rightarrow C_6H_3(OH)_3 \rightarrow C_6H_2(OH)_3CHO \rightarrow C_6H_2(OH)_2(O{\cdot}COC_6H_5)CHO$. En el laboratorio, partimos del floroglucinol comercial, obtenido por el método anterior del benceno (C_6H_6) del alquitrán de hulla. Nuestro segundo punto de partida en el caso de la malvidina es el ácido gálico, siempre preparado por la hidrólisis del tanino natural. Puede ser obtenido a partir del carbono por las ocho etapas: $C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5SO_3H \rightarrow C_6H_5OH \rightarrow C_6H_4(OH)CO_2H \rightarrow C_6H_2Br_2(OH){\cdot}CO_2H \rightarrow C_6H_2(OH)_3{\cdot}CO_2H$, en las cuales se prescinde de la formación de sales de sodio y de los ácidos de ellas.

Los pasos restantes a partir del ácido gálico son los siguientes:

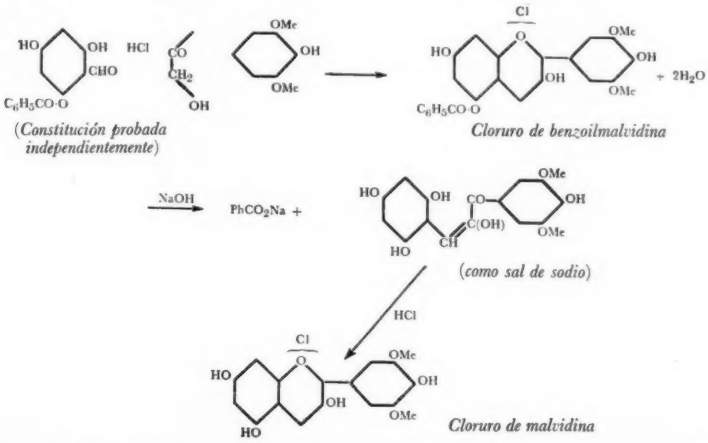


Acido gálico *Acido siríngico*

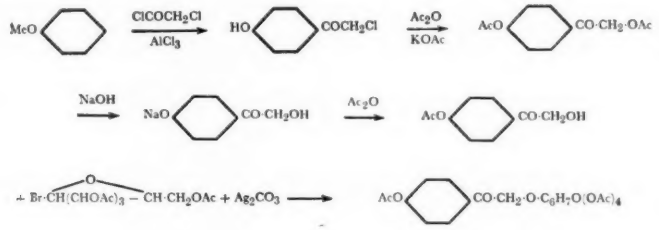
[Este último paso es una desmetilización parcial selectiva, y la justeza de la constitución asignada al ácido siríngico ha sido comprobada.]



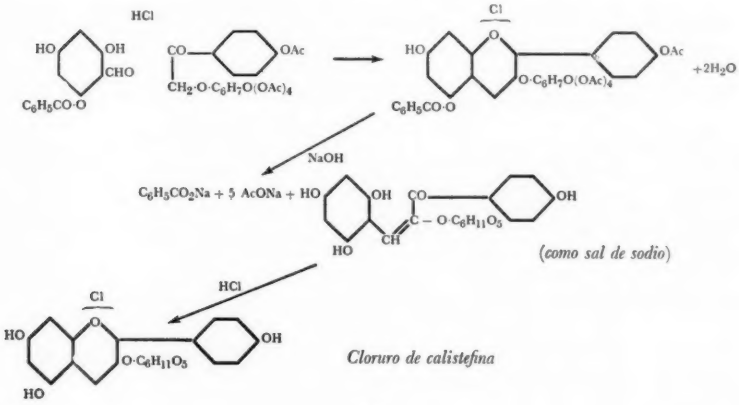
La síntesis sale bien en disolución de acetato etílico en frio:



Al aplicar tales métodos a las antocianinas mismas, tuvieron que ser vencidas dificultades experimentales formidables, a causa de la facilidad con la cual los glucósidos son hidrolizados por el ácido clorhídrico a la alta concentración. La preparación de los componentes glucosídicos también presentaba obstáculos, especialmente en las series de la delfinidina y de la delfinidina metilada. El ejemplo más sencillo es el de la calistefina:

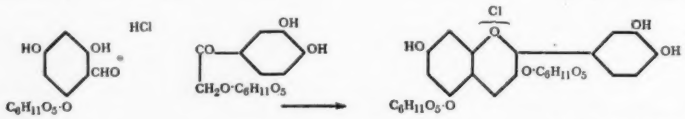


Entonces



Análogamente, colocando la glucosa en los lugares debidos, los otros tres monoglucósidos de pelargonidina fueron sintetizados, y el trabajo fué extendido hasta cubrir el campo entero. Las antocianinas naturales que han sido preparadas artificialmente son la calistefina, el galactósido-3 de pelargonidina (que se presenta en la fresa), crisantemina, idaeina, monoglucósido-3 de delfinidina (en las flores de hortensia), monogalactósido-3 de delfinidina, oenina, monogalactósido-3 de malvidina, mecocianina (que resultó ser gentiobiósido-3 de cianidina), antirrinina (trabajo no publicado), pelargonina, cianina, delfina y malvina.

Posteriormente, se encontró que la cianina podía ser sintetizada directamente a partir de componentes no protegidos, pero es mejor emplear el método clásico:



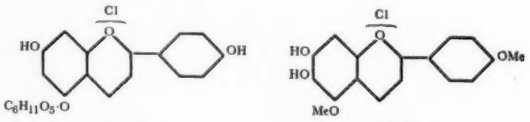
Cloruro de cianina

UN EXAMEN DE LAS ANTOCIANINAS

La posesión de muestras puras de las principales antocianinas nos permitió comparar sus reacciones con las de las disoluciones obtenidas sometiendo a la extracción las substancias vegetales con ácido clorhídrico del 1 por ciento, e imaginar procedimientos para el examen rápido de tales extractos. Así, han sido reconocidas las antocianinas presentes en un gran número de especies y variedades. Las substancias conocidas como co-pigmentos modifican las reacciones de color y otras propiedades de las antocianinas, pero estas influencias perturbadoras en muchos casos pueden ser eliminadas. Se dispone de una gran variedad de pruebas rápidas, y estas son aplicadas tanto a la antocianina como a la antocianidina derivada. Estas pruebas comprenden la coloración en solución ácida en agua y alcohol, las reacciones de color con acetato sódico, el carbonato de sodio, hidróxido de sodio, la reacción férrica, un ensayo de destrucción por oxidación en hidróxido de sodio del 5 por ciento, y, sobre todo, el examen de las relaciones de distribución o partición entre ácido clorhídrico del 1 por ciento y disolventes orgánicos no miscibles.

El empleo del alcohol amílico con este objeto fué introducido por Willstätter. Las antocianidinas son completamente extraídas de la solución acuosa por este disolvente. Los monoglucósidos tienen coeficientes de distribución de 9 a 50, mientras que los diglucósidos tienen coeficientes de 0 a 5. El método puede ser aplicado a fines de separación y purificación. Así, una antocianidina puede ser devuelta al ácido clorhídrico del 1 por ciento desde una disolución de alcohol amílico por la adición de benceno o ligroina. Después se la puede llevar de nuevo al alcohol amílico y repetir el proceso hasta que haya sido alcanzado un grado suficiente de pureza. Se han ideado mezclas especiales con el objeto de diferenciar las antocianidinas. Una mezcla extrae mucha pelargonidina y peonidina, un poco de cianidina, pero nada de delfinidina, malvidina ni petunidina. Otra extrae toda la pelargonidina, peonidina y malvidina, la mitad de la cianidina, algo de petunidina, y nada de delfinidina. Los métodos de distribución nos permiten también distinguir los monoglucósidos de los ramnoglucósidos y éstos a su vez de los diglucósidos.

Como resultado de este extenso estudio, solamente unos cuantos tipos realmente nuevos han salido a luz. Las flores rojo-anaranjadas de la *Gesnera fulgens* contienen gesnerina (XVI como cloruro). Es la única antocianina conocida que no presenta oxígeno en posición 3:



(XVI) (XVII)

Una substancia similar es la *carajurina* (XVII, como clorhidrato) la cual fué aislada a partir de un raro pigmento usado como cosmético por los indios del Orinoco (A. G. PERKIN, CHAPMAN, y el escritor, 1927). De lo poco que sabemos del método de preparación, es probable que se presente en la planta, posiblemente una *Bignonia*, en la forma de glucósido.

Varias antocianinas no aisladas todavía de una manera substancial han sido reconocidas en las plantas; por ejemplo, un biósido-3 de pelargonidina se presenta en las flores rojo-anaranjadas de la capuchina, y un ramnoglucósido-3 de pelargonidina en la gloxinia escarlata.

Antocianinas enteramente nuevas sin identificar, así como algunas de los tipos hallados en las plantas fanerógamas, colorean las hojas jóvenes de los helechos; las gimnospermas tienen también la facultad de producir estas materias colorantes. Estos pigmentos no han sido encontrados en las

bacterias, ni, por lo que del autor es conocido, en las algas ni en los hongos.

Pueden presentarse en casi todas las partes de la planta: raíces, tallos, hojas, sépalos, frutos y flores. El color puede ser permanente, como en las hojas de las *Coleus*, o transitorio, como en las puntas de raíces en crecimiento de ciertas saxifragas y en muchas hojas nuevas. Esta amplia distribución sugiere una función fisiológica definida, la que, sin embargo, no ha sido elucidada. Las antocianinas frecuentemente aparecen en el sitio dañado de una planta, y el enrojecimiento otoñal de las hojas es otra manifestación de estas substancias.

Los derivados de cianidina están en gran preponderancia en las hojas nuevas, en las antocianinas de las partes dañadas, y en las hojas con el enrojecimiento del otoño, y existe buen testimonio estadístico de que la cianidina puede ser considerada como el tipo normal. La pelargonidina requiere un grado de reducción y la delfinidina un grado de oxidación. Se ha demostrado que el estado de oxidación del núcleo aromático de la cianidina es el resultado natural de la teoría de que la substancia se forma en la planta conforme al esquema:

$$C_6 + C_3 \rightarrow C_6 - C_3 + C_6 \rightarrow C_6 - C_3 - C_6$$

Numerosos representantes de los tipos $C_6 - C_3$ considerados como intermedios son conocidos entre los productos naturales.

Las flores, particularmente las flores de jardín, están más altamente especializadas, y las antocianinas han sido diferenciadas y desarrolladas en ellas para acomodarlas a los requerimientos de la reproducción (atracción de los insectos), del clima, y de los horticultores. Las flores rojas predominan en las regiones tropicales y muchas tienen como fundamento la pelargonidina; incluso cuando se presenta delfinidina la flor es frecuentemente roja. Por otra parte, la alta flora alpina está caracterizada por una mayoría de flores azules con la delfinidina como fundamento.

Aun así, la cianidina mantiene su puesto entre los colores de las flores de todos los tipos. De 530 especies examinadas, el 19 por ciento contienen derivados de la pelargonidina, el 40 por ciento contienen derivados de cianidina o de peonidina, y el 50 por ciento derivados de delfinidina, malvidina, petunidina o hirsutidina. De los 299 géneros examinados, el 52 por ciento contienen derivados de cianidina. En las familias el porcentaje de derivados de cianidina era 72, y en los órdenes 80. Esto hace ver claramente el efecto de la diferenciación.

ANTOCIANINAS NITROGENADAS

WILLSTÄTTER y SCHUDEL hicieron un estudio preliminar de la betanina, la materia colorante de la remolacha, y demostraron que contenía nitrógeno. Subsiguientemente, las brácteas de la *bougainvilia* proporcionaron otro miembro de la serie (PRICE y el escritor). Poco es conocido de la química de estos pigmentos, pero son glucósidos, y sus propiedades características han sido imitadas mediante compuestos sintéticos conteniendo un grupo amino en la molécula usual de antocianidina. Las composiciones de la betanina y de la bougainvillidina indican que la molécula de antocianina está unida al grupo amino de un aminoácido proteínico. La *nudicaulina* contiene también nitrógeno y parece estar emparentada con el grupo (PRICE, SCOTT-MONCRIEFF, y el escritor).

Las antocianinas nitrogenadas han sido encontradas solamente en cinco órdenes, a saber, *Caryophyllales*, *Chenopodiales*, *Lythrales*, *Thymeleales*, y *Cactales*. Es probable que las *Cactales* no estén tan alejadas de los cuatro primeros órdenes nombrados como es sugerido por HUTCHINSON.

SUBSTANCIAS NATURALES RELACIONADAS CON LAS ANTOCIANINAS

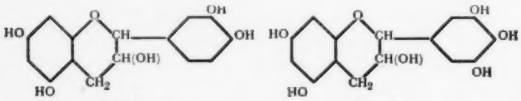
Las clases de antoxantinas de la flavona (es decir la luteolina) y del flavonol (es decir la quercetina) han sido ya mencionadas. Aparecen en las plantas como glucósidos y representan una forma de núcleo central oxigenado. No existe prueba alguna de que sean obtenidas de las antocianinas por oxidación, o de que sean reducidas *in vivo* a antocianinas. Mucho más probable es que sean derivadas de antecesores comunes. Existe mayor variedad de constitución entre las antoxantinas que entre las antocianinas, y es lo más frecuente que las dos clases presentándose juntas no tengan ninguna relación entre si.

No hay razón para sorprenderse de que la antoxantina más común, la quercetina, sea encontrada al lado de la antocianidina más común. Sería extraño si esta concurrencia no fuera observada en unos cuantos casos, y el hecho no es tan significativo como lo sería si los tipos hallados juntos fueran poco comunes.

Substancias más reducidas son las leucoantocianinas, las catequinas, cianomaclurina, peltoginol, etc. El término *leucoantocianina* ha sido usado para denotar substancias muy extensamente repartidas que proporcionan antocianidinas al ser tratadas, en presencia del aire, por ácido clorhídrico alcohólico en caliente. Se tiene poca duda de que éstas se hallen estrechamente

relacionadas con las antocianinas, y pueden ser fuentes de los pigmentos bajo ciertas circunstancias. Algunas leucoantocianinas dan lugar a pelargonidina, y algunas a delfinidina, pero la gran mayoría dan lugar a cianidina.

Las catequinas (XVIII), (XIX) representan la forma más reducida de los tipos antoxantina-antocianina, y APPEL y el escritor han logrado oxidar la catequina del gambir oriental (XVIII) para convertirla en cianidina. El proceso seguido fué un proceso indirecto que implicaba metilación, oxidación por el bromo para obtener una bromocianidina metilada, y después desmetilización combinada con la eliminación del bromo bajo la influencia del ácido yodhídrico en caliente.



(XVIII) (XIX)

GENETICA DEL COLOR DE LAS FLORES

No puede hacerse más que una breve referencia a este asunto. Los métodos desarrollados a los fines del estudio de las antocianinas han sido encontrados de un valor inestimable para hacer el gran número de análisis requeridos en conexión con experimentos de multiplicación.

Los genes responsables de las variaciones de color de la flor han sido identificados en muchos géneros, y han sido obtenidas algunas deducciones importantes con relación al mecanismo de la síntesis de la antocianina en la planta. Por ejemplo, un estudio de la *Dalia* realizado por LAWRENCE y SCOTT-MONCRIEFF ha hecho que se considere como muy probable que las antocianinas y antoxantinas sean derivados de dos antecesores comunes, uno de los cuales es abundante y el otro se encuentra en cantidad limitada.

El escritor y LADY ROBINSON han tenido el privilegio de participar en una de estas investigaciones, a saber, en la relacionada con los Guisantes de Olor (BEALE, ROBINSON, ROBINSON y SCOTT-MONCRIEFF). Las figuras, tomadas del *Journal of Genetics* (1939), representan algunos de los tipos principales, e incidentalmente constituyen un epítome de las causas de variación de los colores de la flor. La parte más grande de la flor es denominada estandarte, y la sección inferior más pequeña representa las alas.

1) Purpúrea, encapuchada, ala obscura. La base de la antocianina es la delfinidina; es diglucosídica y metilada (petunidina y malvidina):

2) Roja, encapuchada, ala obscura. Antocianina referida a la cianidina y en gran parte diglucósido de peonidina.

3) De color salmón, encapuchada, ala obscura. Antocianina, diglucósido de pelargonidina.

Estas tres ilustran sobre las diferencias debidas a la naturaleza de la antocianina.

4) Purpúrea, ala clara. La antocianina como en la 1), pero con mucho co-pigmento y poca antocianina en las alas.

5) Cobriza o castaña, estandarte y alas idénticos, sin presentar co-pigmento alguno en las alas. Este tipo se encuentra en las flores purpúreas, rojas y de color salmón, estando basado el ejemplo dado sobre la delfinidina. La ausencia de co-pigmento está asociada con la facilidad de decoloración a la luz del sol y es debida a un gene específico.

6) Color de malva, encapuchada, ala obscura. Antocianina basada sobre la delfinidina. Mucho co-pigmento y poca antocianina por todas partes.

7) Purpúrea, ala obscura. Antocianina basada sobre la delfinidina, co-pigmento en las alas.

8) Apagada, ala obscura. Como la 7), pero la savia celular tiene un *p*H más alto (más alcalina).

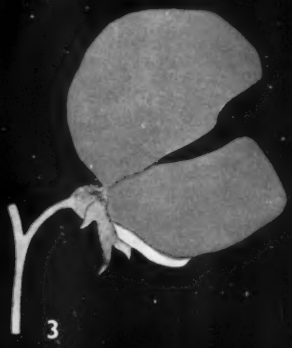
9) Roja, ala obscura. Como la 2), pero faltando el factor E (encapuchada) y co-pigmentada en las alas.

10) Roja apagada, ala obscura. Como la 9), pero la savia celular tiene un *p*H más alto.

El autor no puede terminar sin expresar su profundo reconocimiento a colaboradores entusiastas, entre los cuales los DRS D. G. PRATT y W. BRADLEY, y los PROFESORES A. ROBERTSON y A. R. TODD tienen que ser especialmente mencionados en conexión con los trabajos de síntesis. LADY ROBINSON tomó parte de una manera fundamental en el estudio de las antocianinas y leucoantocianinas, y MISS R. SCOTT-MONCRIEFF (SRA MEARES) ha sido una de las iniciadoras en el campo de la genética del color de las flores. El DR J. R. PRICE trabajó sobre las antocianinias nitrogenadas y ha extendido el estudio notablemente.

1

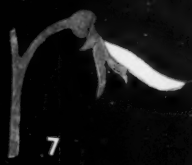
2

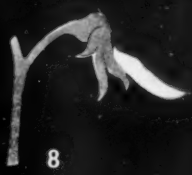

3

4

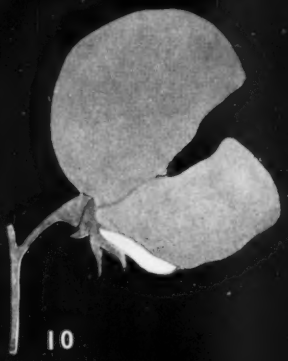
5

6


7


8

9


10

La substancia de la herencia

C. D. DARLINGTON

«De tal padre, tal hijo» — pero, ¿por qué y cómo? Los hombres de ciencia hace tiempo que tenían alguna idea del mecanismo general de la herencia, pero en los últimos años ha sido adquirida mucha información sobre esta problema. El Dr Darlington examina aquí los trabajos recientes, y hace ver que la transmisión de los caracteres hereditarios es en el fondo un proceso químico.

La primera y más simple manera de mirar la herencia es quizás la de considerarla como una *fuerza*, una fuerza que interactua con la del medio para dar el organismo tal como le vemos. La efectividad de esta fuerza está expresada en el proverbio de que «genio y figura hasta la sepultura». Une segunda manera de ver es la de que la herencia es una *ley*, la ley de que parecido engendra parecido. Ambas tienen su lugar en la genética reciente. La primera aparece en el concepto formal y quizás místico de JOHANNSEN, de que el genotipo interactua con el medio para dar el fenotipo o carácter visible. La segunda aparece en las leyes de MENDEL de la segregación y recombinación. Pero hay una tercera manera de mirar la herencia, derivada no de la creencia popular, sino de la filosofía, y ésta es que la herencia es una *substancia*. A esta última manera de ver es a la que ha llegado la genética en los últimos veinte años. La substancia son los cromosomas, las leyes la mecánica de estos cuerpos, y la fuerza la química de ellos.

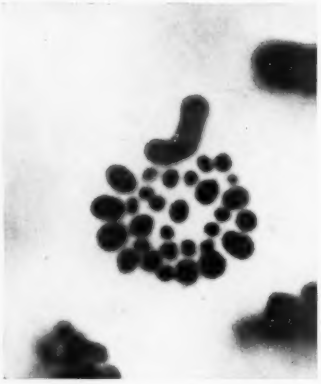


FIGURA 1 – *Cromosomas de un saltamontes macho,* Leptophyes punctatissima, *en mitosis. Treinta cromosomas ordinarios y un cromosoma X por encima.* (1 : 2400)

¿Qué son estos cromosomas? Para entrar en su conocimiento tenemos que recordar que el organismo entero de la planta o del animal está dividido en compartimientos o células, cada una de las cuales contiene una unidad viviente. Los glóbulos de la sangre, los granos de polen y los óvulos son células fáciles de separar, mientras que los tejidos como el músculo y el cerebro son masas de células íntimamente ligadas entre sí. Cada una de estas células está gobernada por un pequeño cuerpo globular, al cual denominamos núcleo. A medida que la planta o el animal se desarrolla, sus células se dividen, y esta división entraña naturalmente la división del núcleo. Cuando el núcleo se divide, se resuelve en un número de cuerpos — constante para cada individuo en particular — en forma de varillas o bastoncitos: son los cromosomas (figura 1).

El número de cromosomas en las células es uniforme, y es además un número par. El significado de esto resulta claro cuando observamos la formación de las células gérmenes: óvulos y espermatozoos. En la célula de origen, la cual se divide para dar las células gérmenes, los cromosomas se asocian en pares, y siguiendo su historia hacia atrás, es posible demostrar que uno de los dos miembros de cada uno de estos pares se deriva de la madre y el otro del padre. Toda planta o animal tiene, por consiguiente, una herencia doble. Además, los asociados se separan sin dividirse, de suerte que los óvulos y el esperma obtienen solamente la mitad del número de cromosomas: el número *diploide*, como se dice, es reducido al *hemiploide*. Y cuando el óvulo es fertilizado por el esperma, queda creado un nuevo individuo con el número diploide otra vez.

El individuo es nuevo en el sentido hereditario o genético, porque tiene una nueva combinación de cromosomas, diferente de las de cualquiera de sus padres. En realidad, puesto que cada par de cromosomas puede romperse y recombinarse, o «cruzarse» en muchos lugares, y en lugares diferentes en cada célula padre, cada uno de la prole es probable que sea diferente de todos sus hermanos o hermanas (figura 2).

Veamos cómo se presenta esto en la práctica.

FIGURA 2 – *Doce cromosomas emparejados de una célula-madre del polen de un lirio,* Fritillaria chitralensis. *Los puntos donde se encuentran los bucles marcan las posiciones de cruce entre los asociados.* (1 : 1600)

La mayor parte de las diferencias hereditarias, tales como la altura y el color de la piel en el hombre, están determinadas por la interacción de todos los cromosomas, los cuales difieren en muchos y pequeños respectos. Pero con frecuencia tenemos grandes y simples diferencias. Estas fueron las que BATESON utilizó en su trabajo de iniciación sobre la producción de aves de corral. Encontró que cruzando razas negras con blancas se obtenía una prole que era negra, «azul», o blanca. Pero si se provocaba una segunda generación cruzando dos azules, estas nunca daban una casta genuina. Producían siempre negras, azules y blancas en las proporción de 1 : 2 : 1. Había una neta separación o segregación de los tres tipos. Cuando Mendel hubo obtenido por primera vez un resultado de esta índole, supuso que la primera generación tenía factores hereditarios mixtos *Bb* (negro—blanco). Por consiguiente, producía números iguales de células gérmenes con *B* y *b*, y daba una prole con las combinaciones de factores *BB : Bb : bb*, en la proporción 1 : 2 : 1. Ahora podemos ver que los cromosomas llenan exactamente estas condiciones por su apareamiento y división en las células madres del gérmen.

Una de las diferencias hereditarias más importantes es la del sexo mismo, y puesto que la segregación es tan viva y la relación de igualdad aproximada entre machos y hembras tan general, es natural suponer que tenemos aquí una diferencia hereditaria única. Por ejemplo, si las hembras fueran todas *XX* y los machos todos *Xx*, entonces la descendencia del cruce, que habría de ser siempre de *XX* con *Xx*, tendría la mitad de cada sexo. En realidad lo que encontramos es que todos los mamíferos tienen un par de cromosomas que denominamos *XX*, o cromosomas del sexo, en las hembras, mientras que en los machos hay solamente un *X*, el cual se aparea con un asociado muy pequeño que difiere del grande, *X*, simplemente en que le falta la mitad, aproximadamente, de su longitud. Al pequeño le denominamos *Y*. El macho es macho porque tiene menos facultad hereditaria [6]. Esto es incluso más claro en muchos insectos, en los que no existe ningún cromosoma *Y*, y el macho es, simplemente, deficiente en un cromosoma (figura 1).

Este sistema de determinación del sexo tiene algunas consecuencias notables en la herencia. Tomemos la gata de marcas negras y amarillentas. Para empezar, digamos que con esta disposición de colores siempre es gata. Cuando se la cruza con un gato negro o amarillento, la descendencia masculina se compone de gatos negros y gatos amarillentos, en números iguales. El padre no establece diferencia alguna. Claramente, los factores o *genes* que determinan estos colores yacen en el cromosoma *X*, no en el *Y*. El macho, por consiguiente, no puede tener la facultad hereditaria mixta que es necesaria para el jaspeado de la gata.

Por empezar por el interior: Se encuentra que el cromosoma consiste en una fibra de proteína semejante al pelo o a la seda [1]. Ello es debido al enlace en cadena péptida—C—C—N—. Sobre esta armadura, y a intervalos, se encuentran fijos los grupos activos que conocemos como genes. Los genes dirigen, entre otras cosas, el ciclo de división del núcleo, y esto lo llevan a efecto en todos los organismos mediante un artificio químico uniforme y muy preciso: Se ligan con series de láminas planas, los nucleotidos del ácido timonucléico, los cuales se polimerizan en columnas paralelas a las finas fibras polipéptidas. Las láminas están espaciadas a distancias exactamente iguales a las que separan los átomos en la cadena péptida — 3,4 unidades Ångström, como encontró Astbury por el análisis con rayos X (ver esta Revista, Vol. 1, pág. 70–73). A estas columnas bien adaptadas son debidas las dos propiedades fundamentales de los cromosomas y genes, a saber: el

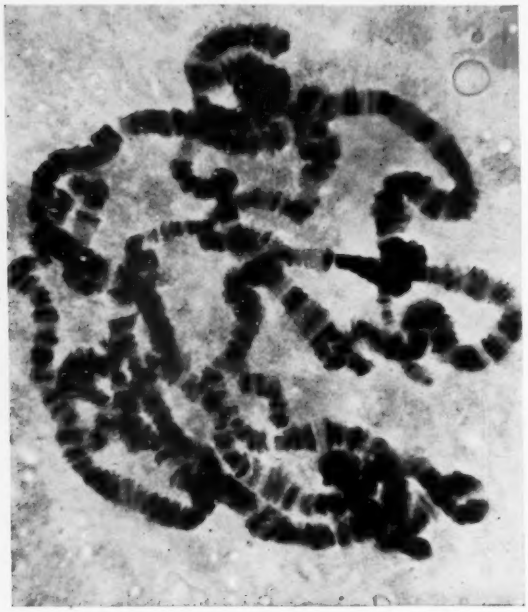
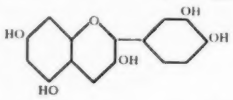


FIGURA 3 – *Núcleo en reposo de una célula de la glándula salival de la mosca* Drosophila melanogaster. *Los genes han pasado por ocho ciclos de reproducción y así se presentan como series de láminas planas con* 256 *genes cada una. Los genes mayores dan lugar a bandas más intensamente coloreadas.* (1 : 1500)

enrollamiento y la reproducción. La propiedad de enrollamiento del cromosoma es lo que le permite contraerse, a partir del fino hilo disperso del núcleo en funcionamiento, en la varilla que se coloca diestramente en posición adecuada para una distribución regular cuando la célula se divide. La reproducción es la base de la herencia, y en realidad de la vida, pues sin repetirse idénticamente cualquier sistema viviente dejaría rápidamente de existir (figura 3).

El ácido nucléico rinde un servicio más, de valor inestimable: hace visibles los cromosomas. Esto lo lleva a efecto de dos maneras: absorbiendo las materias colorantes diferencialmente, y absorbiendo, también diferencialmente, la luz ultravioleta; un método de estudio desarrollado por CASPERSSON [2] (figura 4). Algunas partes de los cromosomas se despojan de su capa de ácido nucléico cuando vuelven a formar el núcleo, al final de la división celular. Entonces es almacenado en un cuerpo especial, el nucléolo, y en una forma especial de reserva con un radical diferente de azúcar. Otras partes no lo hacen (figura 5). Y se encuentra que éstas son las partes que no tienen función ninguna en las células en cuestión. Hay algunos bloques de genes, o incluso cromosomas enteros, que no parecen funcionar nunca, y se encuentra que tales bloques pueden ser destruídos por los rayos X o perdidos por cualquier otro medio sin que el organismo sufra lo más mínimo por ello. Si hacemos que las células con estos cromosomas inertes se dividan a la temperatura del punto de congelación, podemos ver los cromosomas en un estado de inanición. Se encuentran desprovistos de ácido nucléico, y el cordón de genes del cromosoma está desnudo y casi sin teñir (figura 6). En casos extremos deja de enrollarse y reproducirse debidamente [3], [5].

Los principales colores de las flores descansan sobre una base de pigmentos rojos y azules, las antocianinas, cuya estructura detallada y sus variaciones han sido recientemente puestas de manifiesto por ROBINSON, en Oxford (ver pág. 92). El más simple de estos pigmentos es un glucósido de la cianidina, el cual constituye usualmente la base de los colores de la hoja y del tallo y parece ser derivado de dos unidades de hexosa y una triosa, dispuestas como sigue:



La gran variedad de pigmentos de la flor parece haberse desarrollado a partir de este tipo básico por oxidación, reducción, metilación, y adición de un segundo radical de azúcar, en varias posiciones. El estudio de los efectos de las combinaciones de genes diferentes en varias plantas ha permitido a LAWRENCE y PRICE [7] establecer el orden en el cual los diversos genes actuan

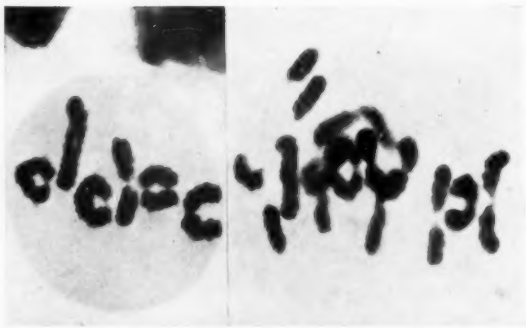


FIGURA 4 – *Cromosomas de células-madres del polen de dos especies de* Tradescantia. *A la derecha : seis pares de una célula fijada y teñida con orceína acética. A la izquierda : doce pares de una célula viviente fotografiada con luz ultravioleta.* (1 : 1000)

FIGURA 5 – *Células-madres del saco del embrión de la* Fritillaria pudica, *presentando tres masas condensadas de cromosomas inertes cargados con ácido timo- o desoxiribosonucléico, y con la gran esfera ligeramente coloreada conteniendo la reserva de ácido riboso-nucléico. La diferenciación es producida por el método de coloración de Feulgen, el cual tiene como fundamento la reacción de los aldehidos de Schiff.* (1 : 2400)

FIGURA 6 – *Cromosomas de la* Fritillaria pudica *en estado de inanición. Las bandas pálidas son segmentos inertes.* (1 : 1800)

durante el proceso de formación de estos pigmentos, a partir del azúcar en la célula. Su trabajo resulta en apoyo de la idea, que pudiéramos haber sostenido sobre bases generales, de que los productos de los diferentes genes interactuan durante el desarrollo, unas veces por cooperación, otras por competencia, otras incluso por interferencia, y que, determinándose de esta manera la actividad o inactividad de los unos para con los otros, todos juntos dirigen el proceso entero del desarrollo.

La mayor parte de las diferencias de genes dependen para sus grados de expresión de las variaciones en las condiciones externas. Los cambios de temperatura o de régimen alimenticio alteran esta expresión y a veces la inhiben enteramente [4].

Así, desde ambos extremos, vemos el mecanismo de la herencia puesto en piezas. Es un mecanismo químico, pero las moléculas de que se trata son enormemente variadas en forma y tamaño. Algunos de los sistemas que ellas excitan son estudiados de la manera más fácil en el frasco de cría, otros en el tubo de ensayo, y otros asimismo bajo el microscopio de luz ultra-violeta o el microscopio electrónico. Por estos medios y de una manera gradual descubriremos cómo obran todas unidas, y cuando lo hayamos descubierto, encontraremos que mientras que la antigua distinción entre lo animado y lo inanimado es suficientemente clara, la distinción entre la química y la biología queda reducida a una mera diferencia de técnica.

REFERENCIAS

[1] ASTBURY, W. T. « Protein and Virus Studies in Relation to the Problem of the Gene », *Proc. 7th Int. Genet. Cong.*, 1939 (Cambridge), 1940, 49–51.

[2] DARLINGTON, C. D. « Cromosome Chemistry and Gene Action », *Nature*, 1942, **149**, 66–69.

[3] DARLINGTON, C. D., y LA COUR, L. *The Handling of Chromosomes*, London, 1942.

[4] GORDON, C., y SANG, J. H. « The Relation between Nutrition and Exhibition of the Gene Antennaless (*Drosophila melanogaster*) », *Proc. Roy. Soc.*, 1941, [B], **130**, 151–184.

[5] HALDANE, J. B. S. *New Paths in Genetics*, London, 1941.

[6] KOLLER, P. C., y DARLINGTON, C. D. « The Genetical and Mechanical Properties of the Sex Chromosomes — I », 1934, *J. Genet.*, **29**, 159–173.

[7] LAWRENCE, W. J. C., y PRICE, J. R. « The Genetics and Chemistry of Flower Colour Variation », 1940, *Biol. Rev.*, **15**, 35–58.

Algunas sociedades de química del siglo XVIII

JAMES KENDALL

En el siglo XVIII el estudio de la química estaba de moda en la Gran Bretaña, y era cultivado por el aficionado en el mismo grado que por el químico de profesión. No es, pues, sorprendente que las sociedades de química comenzaron a tomar forma en aquella época. El Profesor Kendall refiere la historia de algunas de estas sociedades, incluyendo la Sociedad de Química de la Universidad de Edimburgo.

La Sociedad de Química de Londres se proponía celebrar el centésimo aniversario de su fundación en 1941, ya que en su archivo oficial se establece que «el 23 de febrero de 1841, veinticinco señores interesados por el estudio de la Química se reunieron en la *Society of Arts* para considerar si sería conveniente formar una Sociedad de Química». La celebración formal de este centenario ha sido aplazada, desde luego, debido a la guerra, pero en vista de que todavía prevalece la impresión de que la Sociedad de Química de Londres fué «la primera sociedad de química en el mundo», parece oportuno dar a conocer, de una manera sucinta, algunos datos concerniente a otras sociedades de química ya establecidas antes de terminar el siglo XVIII.

James Woodhouse.

En días ya muy lejanos, los químicos no se reunían meramente como químicos; las sociedades se fundían más bien en organizaciones como la *Royal Society*. La «revolución química», que tuvo su real comienzo con la obra de JOSEPH BLACK y que culminó con el destronamiento de la teoría del flogisto por LAVOISIER, despertó, por primera vez, un interés popular por la ciencia especial de la química. Hasta recientemente, la prioridad mundial entre las sociedades de química que resultaron de allí fué concedida por acuerdo general a la Sociedad de Química de Filadelfia, fundada por JAMES WOODHOUSE en 1792. Puede citarse a este propósito el notable historiador de la química, EDGAR F. SMITH [7], Rector que fué de la Universidad de Pensilvania:

> Esta fué la primera sociedad de química en el mundo. Por lo que se sepa, Woodhouse fué el primer y único presidente. Esta sociedad tuvo una vida de diecisiete años aproximadamente. Sus miembros apoyaban la doctrina de la combustión de Lavoisier. Los libros de actas de la sociedad no han sido encontrados nunca, a pesar de la busca cuidadosa que se ha hecho de ellos.

Sin embargo, se han conservado ejemplares de un cierto número de publicaciones de la sociedad, y las reproducciones de las portadas de dos de ellos aparecen representadas aquí. La oración de THOMAS P. SMITH fué puramente histórica, pero la memoria de ROBERT HARE sobre su invención del soplete oxhídrico representa un verdadero punto de referencia en el descubrimiento científico.

El título de la Sociedad de Química de Filadelfia no fué cuestionado hasta 1935. En abril de aquel año, la Sociedad de Química de la universidad de Edimburgo se reunía para celebrar su *Diamond Jubilee* (sexagésimo aniversario), y se me invitó a pronunciar un discurso con esta ocasión. Leyendo la biografía de Joseph Black, escrita por SIR WILLIAM RAMSAY, me encontré con que allí se decía [6] que, entre la correspondencia de Joseph Black, Ramsay había descubierto una hoja de papel que llevaba el título de «Lista de los Miembros de la Sociedad de Química», y la fecha de la cual, 1785, era lo único escrito a mano por Black. Ramsay observa, concerniente a esto:

> Esta puede que haya sido una sociedad de personas residentes en Edimburgo interesadas por la Química, pero es más probable que haya sido una

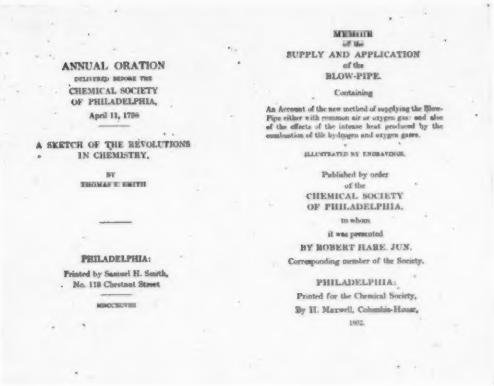
sociedad general. . . . El único nombre que me es posible reconocer es el del Dr Thos. Beddoes, el fundador del *Pneumatic Institute* y « descubridor » de Sir Humphry Davy; los nombres indicarían que los miembros provenían de todas partes del reino.

La lista completa de nombres — cincuenta y nuevo en total—es reproducida a continuación:

John Webster	Hen. N. Ward	J. Alderson
Wm. Scott	Morgan Deasy	J. McElwaine
— Halliday	H. Pache	T. Gill
Jas. Forster	Jno. Gay	T. Willson
Sam. Black	Tho. McMorran	Frs. Montgomery
Jno. Black	Adam Gillespy	Thos. Swainson
Jas. Plumbe	Thos. Burnside	Archd. Webb
Wm. Johnston	Corn. Pyne	J. Crumbie
Thos. Clothier	J. Unthank	Geo. Marjoribanks
Henry Johnston	J. Barrow	T. Grieg
Peter Gernon	J. Donavan	J. Parr
Robt. Ross	Saml. Macoy	Alex. Stevens
L. van Meurs	G. Tower	Wm. Symonds
(amteemann batavis)	J. Sedgwick	Thos. Beddoes
Hugh Brown	T. Skeete	J. Thompson
John Boyton	Wm. Robertson	G. Kirkaldie
Edw. Fairclough	J. Sprole	J. Carmichel
Bicker McDonald	Thos. Cooke	Nich. Elcock
F. Galley	Thos. Edgar	Richd. Gray
An. Mann	Guyton Jolly	J. Hayle

Se me ocurrió que un examen del registro de estudiantes de la Universidad de Edimburgo en aquel período pudiera servir para identificar algunos nombres más de la lista. Por tanto, el registro fué consultado, y al cabo de un cuarto de hora quedó establecido que no menos de cincuenta y tres de los cincuenta y nueve eran estudiantes que asistían a la clase de química de Black, durante los años 1783–87. Gracias al celo bondadoso del DR ALEXANDER MORGAN, se encontró después que cinco de los seis que faltaban eran también estudiantes de Joseph Black, registrados entre 1780 y 1788.

A la luz de estos descubrimientos, fué de mi grato deber informar a mis compañeros de la Sociedad de Química de la Universidad de Edimburgo, en la comida del « Diamond Jubilee », que habían sido convocados con falsos pretextos ¡puesto que lo que estaban celebrando era realmente su Sesquicentenario! Pues está completamente claro que la sociedad de 1785 no era, como Ramsay suponía, una sociedad *general*. Al contrario, era una sociedad formada por los miembros de la clase de Black con un interés especial por la química — en otras palabras, era la Sociedad de Química de la Universidad de Edimburgo. Del tiempo que sobrevivió después de 1785, o de cuánto tiempo existió con anterioridad a 1785, no sabemos actualmente nada, pero ahora ya que el origen de sus socios queda determinado, la posibilidad, sugerida por Ramsay, de localizar « alguno de sus descendientes en posesión de algún antecedente de sus deliberaciones e historia », es


ANNUAL ORATION
DELIVERED BEFORE THE
CHEMICAL SOCIETY
OF PHILADELPHIA,
April 11, 1796

A SKETCH OF THE REVOLUTIONS
IN CHEMISTRY,

BY
THOMAS P. SMITH

PHILADELPHIA:
Printed by Samuel H. Smith,
No. 118 Chestnut Street

MDCCXCVIII

MEMOIR
of the
SUPPLY AND APPLICATION
of the
BLOW-PIPE.

Containing

An Account of the new method of supplying the Blow-Pipe either with common air or oxygen gas: and also of the effects of the intense heat produced by the combustion of the hydrogen and oxygen gases.

ILLUSTRATED BY ENGRAVINGS.

Published by order
of the
CHEMICAL SOCIETY
OF PHILADELPHIA,
to whom
it was presented
BY ROBERT HARE, JUN.
Corresponding member of the Society.

PHILADELPHIA:
Printed for the Chemical Society,
By H. Maxwell, Columbia-House,
1802.

claramente de realización mucho más probable.

Diecinueve de los cincuenta y nueve miembros están en la lista de graduados en medicina de la Universidad de Edimburgo, entre los años 1784–90. Esta lista da también la nacionalidad de los estudiantes, y es interesante notar que, de los diecinueve, ¡solamente tres eran naturales de Escocia, tres ingleses, y los trece restantes todos irlandeses! El mismo Joseph Black era, desde luego, de linaje de Belfast, y la proporción de estudiantes irlandeses en las universidades escoceses fué siempre notable; pero una preponderancia como ésta es muy sorprendente.

Sin embargo, al menos otras tres sociedades de química existieron en Escocia con anterioridad a 1801 [1], [2]. La primera de éstas florecía ya en la Universidad de Glasgow en 1786; entre sus miembros estaban JOHN MACLEAN, CHARLES MACINTOSH y JOHN THOMSON. John Maclean llegó a ser más tarde el primer profesor de química en el *College of New Jersey* (ahora Universidad de Princeton), y en su biografía [4] se relata que:

> en la Universidad, mientras era todavía mozalbete, fué miembro de la Sociedad de Química, un círculo que parece haberse reunido en la Universidad, con el consentimiento de las autoridades del colegio, si no bajo la protección misma de los profesores. Los miembros sometían a la consideración de la Sociedad memorias y ensayos sobre varias materias relacionadas con el objeto de su asociación, y algunas de estas memorias parecen haber anunciado ya la fama que alcanzaron los autores más tarde.

Una de las siete conferencias que dió el mismo Maclean ante la sociedad, fechada el 29 de marzo [¿1786?], contiene una referencia al DR WILLIAM IRVINE, profesor de química en la Universidad de Glasgow. Irvine murió en el verano de 1787, y el 18 de octubre de aquel año el DR A. EASON de

Manchester dice en una carta [3] a CHARLES MACINTOSH (el inventor del impermeable):

« ¿Cómo va su sociedad de química? Me temo que nada más que regular, desde que murió el pobre Irvine. Sin embargo, Vd. debe sostenerla ».

Presumiblemente, esta misma era la sociedad a la que se hace referencia en la nota biográfica de DR JOHN THOMSON, profesor de medicina en la Universidad de Edimburgo, escrita por su hijo, el Dr William Thomson [8]:

> Al principio del semestre de invierno de 1788–89, el Sr John Thomson fué a Glasgow para asistir a las clases de medicina. Además de proseguir el estudio de la anatomía con ardor, asistió a las conferencias del Dr Cleghorn, profesor de química en el colegio, un puesto que había sido ocupado sucesivamente por Cullen, Black e Irvine. También se unió a una sociedad de química, la cual contenía varios miembros que después adquirieron fama como químicos. Las doctrinas de Lavoisier acababan de hacerse conocer y dieron mucho interés a las deliberaciones de los jóvenes y ardientes cultivadores de la ciencia química, entre los cuales puede suponerse que encontraron una más pronta acogida que entre los que, antes de adoptar las nuevas doctrinas, tenían que olvidar las viejas.

Una segunda sociedad de química, sin embargo, fué fundada en Glasgow en 1798; su presidente en 1800 fué WILLIAM RAMSAY, abuelo de Sir William Ramsay. El libro de actas de esta sociedad, correspondiente al período del 8 de octubre de 1800 al 25 de marzo de 1801, está ahora en posesión de la *Royal Philosophical Society* de Glasgow [10]. Consiste casi enteramente en un registro de la obra experimental de la sociedad, llevada a cabo en sus reuniones, las cuales tenían lugar, generalmente, más de una vez por mes.

Al mismo tiempo encontramos al Dr John Thomson [9] en Edimburgo convirtiendo una Sociedad de Ciencias Naturales, probablemente en el Real Colegio de Cirujanos, en una Sociedad de Química, de la cual eran miembros Lord Brougham y Lord Lauderdale. En una carta a su amigo el SR ALLEN, fechada el 12 de junio de 1800, él escribía:

> La semana pasada, Lord Lauderdale y yo hicimos el experimento galvánico, y lo presenté a la Sociedad el sábado. Estamos preparando tubos con alambres de oro y obturadores de vidrio para estudiar el efecto sobre los líquidos cáusticos, y estamos preparando una lámina de cinc muy ancha para ver si el aumento en potencia está en proporción con el aumento de superficie. En ese caso, ¡todo el servicio de platos de su Señoría será convertido en una batería galvánica!

Se tuvieron, así, establecidas en Escocia no menos de cuatro sociedades de química, antes de terminar el siglo XVIII — una manifestación verdaderamente admirable del espíritu de asociación. No deja, además, de ser razonable considerar la Sociedad de Química de Filadelfia como una sociedad filial de la de Edimburgo de 1785. La escuela de medicina del *College of Philadelphia* (ahora la Universidad de Pensilvania) fué establecida en 1765 bajo los auspicios de Edimburgo, y el escudo de armas de la Universidad de Edimburgo aparece todavía sobre la entrada de uno de sus primitivos edificios. JOHN MORGAN fué el primero en enseñar química allí, y BENJAMIN RUSH, que le sucedió en 1769 como el primer profesor titular de química en América, fueron, los dos, estudiantes de Joseph Black en Edimburgo. Con esa íntima conexión entre los dos centros, la existencia de una sociedad de química en la Universidad de Edimburgo, apadrinada por Black, debía ser cosa del conocimiento común en el *College of Philadelphia*, y cuando James Woodhouse (entonces un joven de 22) fundó la Sociedad de Química de Filadelfia en 1792, es probable que lo hiciera, consciente y deliberadamente, siguiendo los pasos de Joseph Black.

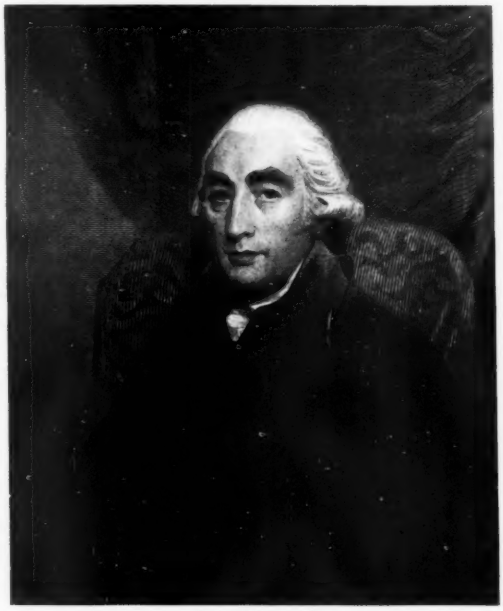
En 1937, después de dejar sentada esta constelación de sociedades de química del siglo XVIII en Escocia [2], me aventuré a terminar con la provocación intencionada: que sería interesante averiguar cuándo se extendió la costumbre al degenerado Sur. Fué contestada dos años más tarde por el PROFESOR J. G. PHILIP, quien me hizo saber que ya en 1782 se había reunido en Londres una sociedad de química. La única referencia directa a esta sociedad se encuentra en el *Journal* de JOHN PLAYFAIR, profesor de filosofía natural en la Universidad de Edimburgo [5].

> « La química está muy de *moda* en Londres actualmente. Fuí presentado por el Sr B. Vaughan (a quien conocí en Edimburgo cuando él estudiaba en aquella Universidad) a una sociedad de química, que se reune una vez cada quince días en el *Chapter Coffee-house*. Aquí conocí a los Srs Whithurst, Dr Keir, Dr Crawfurd, y otros varios ».

Playfair pasa a referir cómo vió también al DR PRIESTLEY, « el que se ha hecho una figura tan grande en el mundo ». Priestley estaba entonces « particularmente interesado en unos experimentos para probar que el aire inflamable es lo mismo que el flogisto », pero Playfair era un escocés demasiado astuto para dejarse convencer.

¿Debemos considerar a esta Sociedad de

Química de Londres, existente en 1782, como desposeyendo a la Sociedad de Química de la Universidad de Edimburgo, existente en 1785, de su título de « la primera sociedad de química en el mundo »? Creo que no. Obsérvese que la Sociedad de Londres, a la cual fué presentado el profesor de Edimburgo, tenía un sospechoso sabor caledoniano — el Sr B. Vaughan era con certeza uno de los estudiantes de Black, y dos de los otros tres miembros nombrados por Playfair eran claramente escoceses. ¿No es probable que ésta también constituyera la « sucursal de Londres » de la sociedad primitiva de Joseph Black, la fecha exacta de la fundación de la cual es desconocida?



Joseph Black. G. Bell y hijos

En cualquier caso, la riqueza de material que ya ha salido a luz alienta en la esperanza de que se revele la existencia de todavía más sociedades de química de la era Black-Priestley-Lavoisier. Parece probable que una de estas sociedades floreciera en Manchester antes de 1787, puesto que la carta del Dr Eason a Charles Macintosh de aquella fecha, ya citada, contiene la frase: « Nosotros nos proponemos publicar otro tomo con los trabajos de nuestra sociedad para la primavera próxima ». Si este artículo consigue animar al examen de los archivos locales del período que conduzcan a nuevos descubrimientos, su objeto habrá sido logrado. Mientras tanto, puede felicitarse a la presente Sociedad de Química de Londres por ser la primera sociedad de química del mundo en completar un centenar de años de existencia no interrumpida. ¡Que pueda presenciarse la celebración triunfal de su centenario en un futuro muy próximo!

REFERENCIAS

[1] BUTLER, J. A. V. « John Maclean, Charles Macintosh, and an early Chemical Society in Glasgow », *J. Chem. Educ.*, 1942, **19**, 43.

[2] KENDALL, JAMES, « Old Chemical Societies in Scotland », *Chem. and Ind.*, 1937, **15**, 141.

[3] MACINTOSH, GEORGE. « *Biographical Memoir of the late Charles Macintosh, F.R.S., of Campsie and Dunchattan* », impreso a circulación privado por W. G. Blackie y Cía., Villafield, Glasgow, 1847.

[4] MACLEAN, J. *A Memoir of John Maclean, M.D., the first professor of chemistry in the College of New Jersey, by his son John Maclean, the tenth president of the College*, impreso a distribución privado único al « Press » Office, Princeton, N.J., 1876.

[5] PLAYFAIR, JOHN. *The Works of John Playfair*, Edimburgo, 1822, **1** (Apéndice).

[6] RAMSAY, SIR WILLIAM. *The Life and Letters of Joseph Black, M.D.*, Constable y Cía., Londres, 1918, 110.

[7] SMITH, EDGAR F. *Chemistry in America*, D. Appleton y Cía., Ciudad de Nueva York, 1914, 12.

[8] THOMSON, JOHN. *An Account of the Life, Lectures and Writings of William Cullen, M.D.*, William Blackwood y Hijos, Edimburgo y Londres, 1859, pág. 8 de Introducción.

[9] *Idem. Ibid.* Ref. 8, pág. 16 de Introducción.

[10] WILSON, FORSYTH J. « The Chemical Society of Glasgow: Minute Book of 1800-01 », *Ann. Sci.*, 1937, **2**, 451.

Materias plásticas y su aplicación

SIR EDWARD APPLETON

No hay substancias sintéticas que encuentren aplicaciones más extensas que las plásticas, y su utilidad continua en aumento. Sir Edward Appleton trata aquí de la estructura y propiedades de algunos de los tipos principales, y sus ilustraciones revelan lo muy adaptables que son para objetos variados. Aparatos eléctricos, torrecillas de ametralladoras, canoas e incluso ruedas dentadas — éstos son unos cuantos de los artículos hechos de materias plásticas.

FIGURA 1 – *Estiramiento de armadura de cloruro de polivinilo.*

La industria de las materias plásticas, que ha surgido hace relativamente poco, tiene como base el empleo de algunas substancias orgánicas que se pueden reblandecer, ordinariamente por la acción del calor, dándolas así la forma que se desee. Esta forma permanece inalterada cuando se hace desaparecer la acción del agente reblandecedor. Esas substancias raramente se presentan en estado natural; son, en general, de producción enteramente sintética. Como ejemplo de ellos se puede citar las resinas obtenidas por la acción recíproca del fenol (ácido fénico) y el formaldehido, o de la urea y el formaldehido. Otro grupo de substancias son las que se obtienen mediante la polimerización, es decir: por medio de la unión de moléculas pequeñas de líquidos y, a veces, hasta de gases para formar las moléculas mayores y más complejas características de los sólidos plásticos. De este origen y tipo son el polistireno y el cloruro de polivinilo. Otras materias plásticas, tales como el nitrato de celulosa y el acetato de celulosa, obtenidos por la acción del ácido nítrico o del ácido acético sobre la celulosa, son derivados de substancias orgánicas existentes en estado natural.

El concepto de la «plasticidad» va generalmente asociado a la idea de una substancia de peso molecular muy alto. Estas macromoléculas pueden estar formadas o bien de cadenas largas o bien de estructuras reticuladas. Es posible ahora producir sintéticamente macromoléculas (o modificar las que existen en estado natural) que den productos cuyas propiedades químicas y físicas pueden, hasta cierto punto, ser previstas.

Se ha visto, por ejemplo, que las substancias plásticas de carácter no-polar o hidrocarburado son excelentes dieléctricos para las altas frecuencias. Otro progreso interesante y aun más reciente es la síntesis de resinas que, en el estado plástico, pueden ser estiradas hasta formar fibras preciosas para textiles, o convertidas en filamentos a propósito para hacer cerdas, cendal, etc. Las fibras naturales están compuestas de macromoléculas de celulosa o de proteína alineadas en

FIGURA 2 – *Polistireno moldeado por inyección: usado para matrices de bobinas de alta frecuencia.*

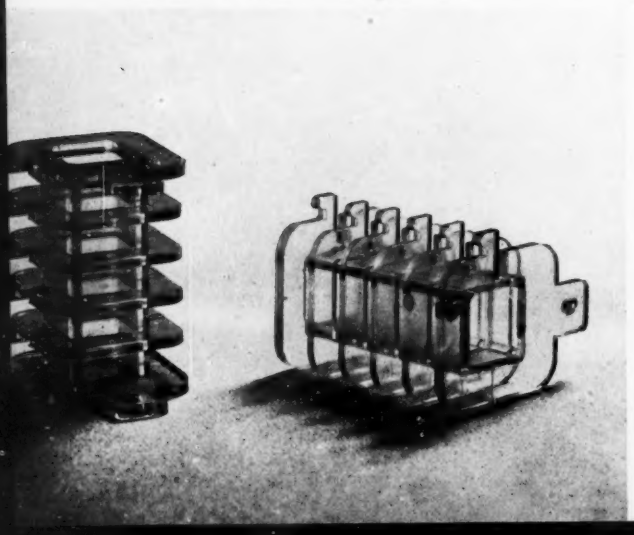


FIGURA 3 – *Conductos de acetato de celulosa empleados en aviones.*

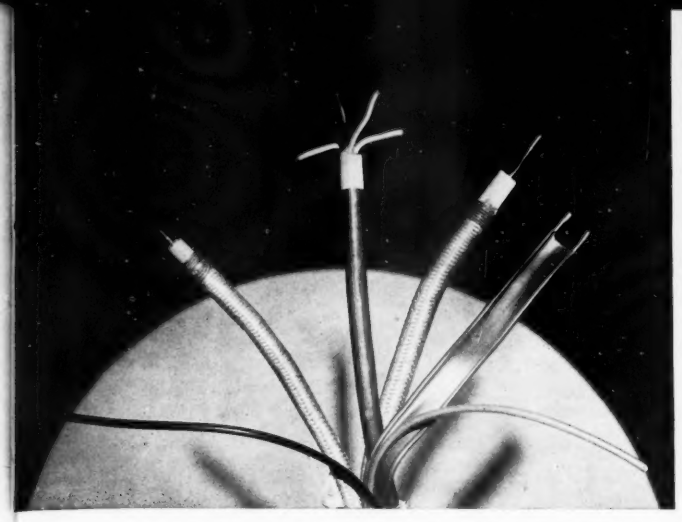


FIGURA 4 – *Cables eléctricos aislados con cloruro de polivinilo estirado por presión.*

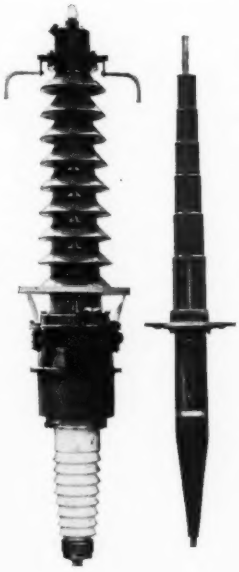
FIGURA 5 – *Canoa en curso de fabricación, moldeada de madera contrachapada con las chapas unidas por resina.*

la dirección del eje de la fibra (véase el Vol. I, Nú. 2, de esta Revista). Las cadenas de macromoléculas lineales sintéticas se disponen, en general, al azar y, para la producción de fibras, sólo se han podido utilizar aquellas materias plásticas que, al ser estiradas mientras están reblandecidas sus moléculas pueden orientarse en forma lineal. Ejemplos notables y coronados por el éxito son: el nilón, que es una proteína perfeccionada, y el Vinyón, cuya resistencia química es excelente. De manera parecida se han producido sintéticamente muchas macromoléculas cuyas propiedades se asemejan a las de la goma.

El desarrollo de las resinas sintéticas con la transparencia del cristal ha sido en gran parte empírico, pero el valor de algunos productos tales como el metilmetacrilato polimerizado está ahora bien establecido. Su transparencia, su resistencia y la facilidad con que puede trabajarse aseguran para este tipo de material un uso permanente en lo futuro.

Las macromoléculas industrialmente usadas hasta ahora poseen a manera de «columna vertebral» una cadena de átomos de carbono, pero recientemente se han producido algunas resinas (metil-silicios polimerizados) cuya «columna» está formada por átomos de silicio y de oxígeno. Se ha propuesto que estos productos sean usados como aisladores eléctricos para altas temperaturas, ya que su resistencia al calor es mayor que la de los polímeros de carbono eslabonado[1].

FIGURA 6 – *Manguito de un interruptor para 132 kV., mostrando al lado el condensador sin la porcelana ni la envoltura del transformador.*



Aun cuando el moldeado de las materias plásticas para transformarlas en artículos de utilidad ordinariamente tiene como base la aplicación del calor, el modo de proceder en cada caso puede variar considerablemente, puesto que depende de la naturaleza de la resina, del carácter del artículo que se vaya a fabricar y de la presencia y naturaleza de los ingredientes de refuerzo.

La manera más simple de moldear las materias plásticas consiste en adaptar, sobre moldes de madera, láminas de material reblandecido por la acción del calor. Con acetato de celulosa y con polimetilmetacrilato se fabrican así cubiertas para casillas para aviadores y ventanas de aeroplanos. Un método, particularmente apropiado para producir varillas, tubos y otros objetos sencillos en piezas continuas de mucha longitud, consiste en expeler el material plástico caliente estrujándolo con tornillo y tuerca. Un ejemplo de este método, que adquiere cada día mayor importancia, son las armaduras de cloruro de polivinilo plastificado que se usan para aislar cables eléctricos.

[1]Para más informes sobre estos materiales, véase Rochow y Gilliam, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1941, **63**, 798; Brit. Pat. Nú. 542655, 21 de enero de 1942.

FIGURA 7 – *Cepillo de cerdas de nilón para dar color a un rodillo de imprenta.*

FIGURA 8 – *Tiras de papel impregnado de resina, que están siendo enrolladas en espiral sobre un conductor para su aislamiento.*

Una mejora importantísima introducida en la industria de las materias plásticas ha sido el procedimiento de moldear a presión. Con este procedimiento, unos polvos compuestos de madera pulverizada, pulpa de madera, borra de algodón, tela desmenuzada, etc., y resina sintética se moldean calentándoles a alta presión. Otro método de fabricación es el procedimiento de moldear por «inyección», según el cual el material en el estado plástico se hace pasar a la fuerza por una matriz caliente vaciándose en un molde frío. El acetato de celulosa, el polistireno, etc., se moldean frecuentemente así. Este procedimiento es capaz de una producción muy rápida, puesto que con él se pueden realizar de tres a cuatro ciclos completos por minuto.

La resistencia mecánica de las propias resinas sintéticas, hasta cuando están compuestas de substancias como las que ya hemos mencionado, no es tan grande como la teoría indica, aunque es suficiente para muchas de sus aplicaciones. Si sólo se tuvieran en cuenta consideraciones teóricas las materias plásticas debieran ser muy resistentes, pero, en la práctica, se ve que son relativamente débiles. Ahora bien, la resistencia a la extensión de los materiales plásticos sin rellenar se puede calcular suponiendo que, a la rotura, o bien (*a*) la fuerza recíproca entre átomos cercanos ha sido vencida, o que (*b*) el esfuerzo de rotura es tal que las moléculas largas se separan a pesar de las fuerzas de VAN DER WAALS, fuerzas que expresan la atracción electrostática que entre ellas existe. Por lo que respecta al caso del conocido fenol-formaldehido, la razón que existe entre el valor teórico de la resistencia a la tracción y su valor práctico se ha visto que era de 500 en el supuesto (*a*) y de 5 en el supuesto (*b*).

Mucho se puede hacer, naturalmente, empleando refuerzos apropiados. Los refuerzos minerales tales como, por ejemplo, las fibras de amianto, son muy apreciados porque aumentan la resistencia al calor y al ataque químico; mientras que los polvos raspantes metálicos, el polvo de pizarra,

FIGURA 9 – *Diversas piezas moldeadas con refuerzo de tela, usadas en aeroplanos.*

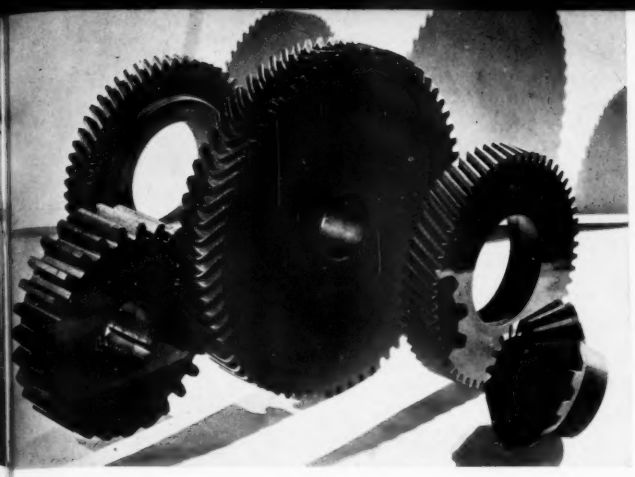


FIGURA 10

FIGURA 11

FIGURA 12

etc., pueden ser útiles para satisfacer requisitos especiales. Para conseguir aumentos substanciales de la resistencia mecánica es preciso, sin embargo, valerse de fuertes refuerzos fibrosos. Generalmente estos refuerzos son o de papel o de tela cuyas hojas impregnadas de solución de resina están ligadas las unas a las otras por medio del calor y la presión. Las hojas laminadas que así resultan son susceptibles, hasta cierto punto, de ser moldeadas y son particularmente útiles como materia prima para fabricar coginetes y ruedas dentadas silenciosas. También se puede arrollar papel impregnado sobre un mandril caliente para producir tubos que se destinan a la industria eléctrica. Ejemplo de ello son los manguitos para transformadores.

Finalmente, las materias plásticas se usan cada vez más para fabricar madera contrachapada.

FIGURA 10 – *Ruedas dentadas hechas de hoja laminada con refuerzo de tela.*

FIGURA 11 – *Caja y hélice de un extractor de aire moldeadas con resina fenólica rellena y resistente a gases corrosivos.*

FIGURA 12 – *Vaso de reacción hecho de fenol-formaldehido reforzado de amianto y poseyendo gran resistencia al ataque químico.*

Las fotografías en este artículo son reproducidas por el favor de las casas siguientes: Bakelite Ltd., BX Plastics Ltd., Distillers Co., Kettner Evaporator and Engineering Co., Micanite and Insulators Co., Plastics and Tenaplas Ltd.

FIGURA 13 – *Torrecilla de ametralladoras hecha de polimetil-metacrilato termoplástico.*

Plantas resistentes a enfermedades

F. T. BROOKS

Muchas de las plantas de siembra más preciadas están expuestas a enfermedades serias. La lucha contra estas enfermedades por medios químicos es generalmente impracticable. Los botánicos y criadores de plantas han adoptado un curso alternativo, y por cruzamiento sistemático han logrado producir variedades resistentes a la enfermedad. Resultados notables han sido alcanzados con el trigo, las patatas y los tomates.

Los químicos han jugado un papel destacado en la prevención de las enfermedades de las plantas, aunque, hasta el presente, la químicoterapia no ha logrado tantos éxitos notables con relación a las plantas como en la cura de ciertas dolencias humanas. La savia inanimada de las plantas y sus movimientos en los tejidos son completamente diferentes de la corriente sanguínea viva de los animales; consecuentemente, la posibilidad de aplicar a las plantas los métodos de la químicoterapia está todavía muy lejos. En el dominio de la patología de las plantas, los éxitos principales de los químicos se refieren a la prevención contra las enfermedades de las hojas y del fruto rociando o espolvoreando las plantas con funguicidas. Sin embargo, hay grandes grupos de enfermedades de las plantas que no pueden ser detenidas al presente por medios químicos, bien por las dificultades inherentes, o bien debido al coste excesivo. Muchas de las enfermedades causadas por los hongos del orín se encuentran en esta clase, como también varias enfermedades contraídas por intermedio del suelo. En Norte América, el orín del trigo ha sido contrarrestado experimentalmente espolvoreando frecuentemente con azufre desde aeroplanos volando bajo, pero el coste es excesivo. Análogamente, aunque los gérmenes que se encuentran en el suelo de un invernadero pueden ser destruídos por el calor o por medios químicos, no existe ningún método conocido de eliminar los hongos parásitos del suelo sobre grandes áreas de terreno sin un coste excesivo o sin dejar el suelo inapropiado para el cultivo de las plantas.

Afortunadamente, la Naturaleza misma proporciona en muchos casos los medios de detener o de aliviar apreciablemente estas difíciles enfermedades de las plantas. Prácticamente, todas las plantas de siembra que han sido cultivadas durante largo tiempo existen en forma de variedades innumerables que difieren notablemente en su reacción frente a enfermedades específicas, siendo algunas muy sensibles, mientras que otras son resistentes o incluso inmunes al ataque. Puede preguntarse por qué continuan siendo cultivadas las variedades sensibles a enfermedades. La razón es que muchas variedades sensibles dan un rendimiento considerable de productos de alta calidad, especialmente en las épocas en las que la enfermedad no está desarrollada excesivamente, mientras que muchas variedades resistentes dan cosechas pobres o adolecen de algún otro defecto comercial serio. Es evidente que si, mediante el cruce, la resistencia a la enfermedad pudiera ser combinada con los atributos valiosos de la variedad sensible, serían hechos progresos indudables. Algunos de los primeros cruzadores de plantas tenían esto en la mente hacia principios del siglo XIX — por ejemplo, T. A. KNIGHT en la Gran Bretaña —, pero pocos progresos fueron alcanzados, debido a que en aquella época no había nada que sirviera de guía en cuanto al modo de transmisión de los caracteres hereditarios en las plantas y en los animales. Otro iniciador notable a este respecto fué WILLIAM J. FARRER, quien desde 1886 hacia adelante se puso de una manera deliberada a la producción de trigos en Australia que resistieran el ataque del orín. En aquella época y año tras año el orín imponía una dura merma en la cosecha de trigo australiano. Farrer tuvo mucho éxito incluso antes de 1900. Entre 1890 y 1920, la producción de trigo en Australia aumentó de 27 millones a 144 millones de bushels (de 10 a 52 millones de hectólitros aproximadamente), y esto fué grandemente debido a la introducción de las variedades creadas por Farrer.

En 1900 se produjo un acontecimiento que ha tenido una profunda e incluso revolucionaria influencia sobre los métodos de producción de

plantas seguidos desde entonces. En aquel año se resucitó un trabajo importantísimo sobre las leyes de la herencia en las plantas. El autor era GREGOR MENDEL, abad del monasterio de Brünn, Checoeslovaquia, y el trabajo había sido publicado en una revista poco conocida, en 1866. Tres botánicos europeos llamaron independientemente la atención sobre la importancia vital del trabajo de Mendel, y anunciaron que habían confirmado los resultados. Mendel hizo experimentos con especies diferentes de guisantes de huerta (*Pisum sativum*) y demostró que los caracteres como la talla de la planta, el color y forma de la semilla, y el color de las flores eran transmitidos conforme a leyes definidas en la prole de los híbridos creados entre especies que diferían en tales caracteres. Además, aparecía claro que los híbridos creados a partir de especies difiriendo en dos caracteres daban alguna prole que mostraba combinaciones de caracteres diferentes de las poseídas por las plantas de origen. Aquí se tenía al fin el guía que permitiría a los productores de plantas poder sintetizar nuevas variedades de plantas de siembra. Volviendo al trigo: ahora era posible contemplar la creación de nuevas variedades, las que, conservando las cualidades comerciales valiosas de las variedades antiguas, serían también resistentes a enfermedades tales como el orín.

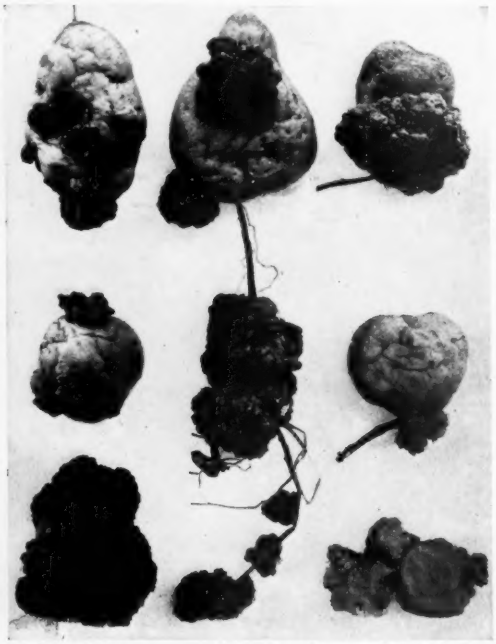
Sir Rowland Biffen.
Del cuadro pintado por Kenneth Green.

En 1899, R. H. BIFFEN (ahora SIR ROWLAND BIFFEN) fué nombrado Botánico del Departamento de Agricultura nuevamente creado en la Universidad de Cambridge, y en este puesto se puso a la tarea de tratar de mejorar la producción y calidad del trigo inglés. Con la resurrección del trabajo de Mendel en 1900 se vió provisto de un instrumento potente para sus investigaciones. Una de las primeras cuestiones en ocupar su atención fué el deseo de producir trigos menos susceptibles al orín amarillo (causado por el hongo *Puccinia glumarum*) que los ordinariamente cultivados. En Inglaterra, el orín amarillo es el orín más grave del trigo, pero en algunos otros países el orín del tallo (*Puccinia graminis*) es más importante. No era entonces sabido si la susceptibilidad y la resistencia al orín amarillo eran transmitidas hereditariamente de acuerdo con la ley de Mendel. Biffen cruzó un trigo muy resistente (American Club) con otro muy susceptible (Michigan Bronze), y demostró que cuando el híbrido era auto-polinizado la segregación de estos caracteres tenía lugar en la próxima generación de acuerdo con la predicción mendeliana. Los resultados completos fueron publicados en el *Journal of Agricultural Science* en 1907. Así, por primera vez fué demostrado que la sensibilidad y la resistencia a una enfermedad específica constituyen caracteres que son transmitidos hereditariamente de una manera perfectamente definida, al igual que algunos otros caracteres de la planta. Biffen aplicó los resultados que acababa de adquirir a la obtención de una variedad de trigo que conservara las cualidades valiosas de las variedades antiguas y fuera, al mismo tiempo, resistente al orín amarillo. Cruzó el trigo Square Head's Master — una variedad popular de buenas cosechas, pero sensible al orín amarillo — con una variedad exótica llamada Ghurka, la cual, aunque de rendimiento pobre en Inglaterra, era muy resistente a este orín. Algunos de los segregados de este proceso de obtención de híbridos se encontró que poseían, en mayor o menor grado, las cualidades del Square Head's Master, juntamente con la resistencia al orín amarillo. Estos nuevos tipos fueron ensayados durante algunos años, y el mejor de todos, el denominado Little Joss, fué puesto al mercado, y es ahora uno de los trigos más extensamente cultivados en este país. A causa de su resistencia al orín amarillo da cosechas incluso más abundantes que el Square Head's Master. En las regiones productoras de trigo de los Estados Unidos, Canadá, Australia y de la India, el orín del tallo (*Puccinia graminis*) es la principal amenaza a la producción. Los Departamentos de Agricultura y los institutos con subsidios del estado han consagrado gran energía durante los últimos cuarenta años a la creación de trigos resistentes a este orín y apropiados, por otra parte, a las condiciones locales. Varias complicaciones han surgido, a causa de que este hongo se presenta en

la forma de muchas especies fisiológicamente distintas, que varían en su efecto de un año al otro. Por consiguiente, no sirve de nada producir un trigo que sea resistente solamente a una de estas especies: lo que se necesita es una variedad resistente á todas las especies comunes que pueden presentarse en una región determinada. En la gran zona triguera de Norte América han sido producidas en años recientes dos variedades que llenan este requisito, las cuales son la Thatcher, obtenida en la Universidad de Minnesota, y la Renown, creada por el *Canadian Department of Agriculture* de Winnipeg. Estas variedades tienden a reemplazar el trigo Marquis, bien conocido a causa de su mayor resistencia al orín. En Australia se dispone ahora de variedades incluso más resistentes al orín que las producidas por Farrer.

El problema de obtener plantas de siembra resistentes a enfermedades es un problema al que todo país agrícolamente importante tiene que hacer frente. Para ser comercialmente satisfactoria, cada nueva variedad tiene que ser adaptada a las condiciones locales, y, como ya se ha indicado, los hongos nocivos o sus especies pueden diferir de un país al otro. En muchos casos importa producir variedades resistentes a más de una enfermedad, y tales síntesis son necesariamente lentas. Una variedad producida para resistir una enfermedad puede ser muy susceptible a otra, de suerte que solamente de una manera gradual es posible obtener plantas de siembra que sean resistentes a varias enfermedades serias.

Las patatas constituyen una cosecha que sufre de un cierto número de enfermedades importantes, ninguna de las cuales puede ser pasada por alto por el productor de plantas tratando de mejorar variedades. Por mencionar los males más importantes: la enfermedad de verruga (*Synchytrium endobioticum*), contraída a través del suelo, que transforma los tubérculos en excrecencias monstruosas no comestibles (*véase la figura*); la denominada en inglés « blight » (*Phytophthora infestans*) que destruye los peciolos y pedúnculos, reduce la cosecha y pudre los tubérculos; y los virus, que pueden impedir el crecimiento de tal modo como para hacer despreciable la cosecha. Admitido que la blight puede ser detenida rociando las matas con funguicidas de cobre, pero el productor de plantas contempla la obtención final de variedades inmunes a la verruga, resistentes a la blight, y no dañadas por los virus. Los Inspectores del Ministerio Inglés de Agricultura fueron los primeros en descubrir que algunas variedades son inmunes a la verruga, y en años recientes nuevas variedades han sido invariablemente sometidas a ensayo por lo que respecta a su reacción frente a esta enfermedad, antes de ser cultivadas comercialmente. SALAMAN, antiguamente de la *Potato Virus Research Station*, Cambridge, y REDDICK, en los Estados Unidos, han logrado algún progreso en esta dirección cruzando ciertas variedades con una especie mejicana de *Solanum* que es inmune a la blight. En Sud-América — la patria de la patata de nuestro país (*Solanum tuberosum*) — y en Méjico hay muchas variedades de patata que no son cultivadas en Europa, y varias especies silvestres de *Solanum* estrechamente relacionadas; estas constituyen un gran depósito de material genético para uso de los productores de plantas en la creación de nuevas variedades. En años recientes, la U.R.S.S., los Estados Unidos de América, Suecia, Alemania, y los *Imperial Agricultural Bureaux* del Imperio Británico han enviado expediciones a Méjico y a Sud-América para hacer colecciones de este valioso artículo. La expedition británica regresó en 1939, y ahora están siendo investigadas las colecciones por el *Imperial Bureau of Plant Genetics*, en asociación con el *Plant Breeding Institute* de Cambridge. Quizás, con el nuevo material de que ahora se dispone sea producida la patata ideal: libre de



Enfermedad de verruga (Synchytrium endobioticum) *de la patata.*

Parte superior del ciruelo Victoria, una de cuyas ramas está muerta y lleva fructificaciones de Stereum purpureum.

enfermedades, de buena calidad y gran capacidad de cosecha, y sin ser dañada por heladas moderadas.

Los intereses de los cultivadores de cosechas en invernadero, por ejemplo los tomates, están siendo vigilados por los productores de plantas. Aquí, el moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*) es uno de los principales culpables. Los investigadores canadienses han cruzado el tomate con el pequeño tomate grosellero, el cual es inmune al ataque, y han obtenido la variedad denominada Vetomold, la que es a la vez inmune y altamente productiva. Los ensayos preliminares hechos en este país con el Vetomold han resultado muy satisfactorios.

La producción de tipos de plantas arborescentes resistentes a enfermedades es forzosamente lenta, y constituye una empresa formidable, incluso para las instituciones que gozan de facilidades para hacer experimentos extendidos a largos períodos de años. ¡Cuán valioso resultaría en este país si tuviéramos una variedad de ciruela con todas las buenas cualidades de la variedad Victoria y al mismo tiempo resistente a la enfermedad hoja de plata causada por el hongo *Stereum purpureum!* Este hongo invade los tejidos leñosos del árbol a través de lesiones, y causa rápidamente la muerte, desarrollándose sobre las ramas muertas (*véase la figura*). El prestar atención a la higiene de la planta disminuye el riesgo de invasión, pero lo que necesitan los cultivadores de fruta es una variedad similar resistente a la enfermedad.

En cuanto a las cosechas tropicales, se ha concedido y se está concediendo mucha atención a la producción de tipos resistentes. Los holandeses, en Java, han logrado un éxito notable con la producción de variedades de caña de azúcar que no son dañadas por ciertas enfermedades de virus, y por medio de las cuales la producción total de azúcar ha sido incrementada grandemente. La industria del plátano en Jamaica y en ciertas partes de América Central se encuentra ahora amenazada por la enfermedad del Panamá, causada por un hongo contraído a través del suelo. No se conoce otro remedio que la producción de una variedad resistente. Los trópicos del Antiguo Mundo han sido explorados minuciosamente en busca de variedades de plátano, con la esperanza de que algunas de ellas resultaran resistentes a la enfermedad. Estas fueron primeramente enviadas a los *Royal Botanic Gardens*, Kew (Inglaterra), y mantenidas allí en cuarentena para asegurar que no sufrían de otras enfermedades serias, antes de ser enviadas a las Indias Occidentales. Algunas de estas variedades han resultado ser resistentes a la enfermedad del Panamá, y los genetistas de Jamaica y Trinidad están ahora utilizando este material para obtener híbridos. No es suficiente, sin embargo, producir un plátano que fructifique bien y resista a la enfermedad; tiene que tener también las buenas cualidades de transporte fácil y seguro a través de largas distancias marítimas que posee la actual variedad denominada Gros Michel.

Otra enfermedad que es causa de preocupación en las Indias Occidentales es la escoba de las brujas del cacao. Hace pocos años se envió una expedición británica a las regiones más altas de los rios Amazonas y Orinoco para recoger variedades de cacao silvestre refractarias o inmunes a esta enfermedad. Las plantas recogidas están siendo ahora utilizadas por los productores de Trinidad.

La propagación del sonido en la atmósfera

E. G. RICHARDSON

La transmisión del sonido en el aire presenta muchas particularidades, con frecuencia de un carácter muy sorprendente. Los explosiones y el fuego de cañón son a menudo inaudibles en regiones comparativamente cercanas, mientras que claramente audibles a distancias mayores. Los ecos de una sirena son percibidos a veces 15 segundos después de haber cesado la emisión del sonido. En este artículo, el Dr Richardson proporciona una interesante relación de las últimas investigaciones sobre la cuestión.

En las dos últimas décadas se han hecho muchos estudios sobre la transmisión del sonido a grandes distancias desde una fuente poderosa, tal como la producida por el disparo de un cañón de grueso calibre o por la voladura de depósitos de explosivos supérfluos después de la última guerra. Entre 1915 y 1918, se observó que el cañoneo del Frente Occidental era audible en las proximidades de Londres, aun en la ausencia de un gradiente favorable de viento, mientras que en puntos intermedios, en Kent, no se oía nada. La existencia de tales « zonas de silencio» fué confirmada cuando se dispusieron explosiones *ad hoc* en lugares y a horas fijados de antemano. Rodeando a la fuente, se encuentra una zona interna de audibilidad, de área irregular, en la cual los rayos sonoros se propagan inmediatamente sobre la superficie de la tierra, para ir debilitándose por expansión del frente de onda y por rozamiento con los accidentes del terreno, árboles, etc. Después viene la zona de silencio, en la cual, aunque nada es oído, hay indicaciones de un pulso inaudible de baja frecuencia. Más allá, se encuentra una zona anormal, donde el sonido reaparece con renovada intensidad, pero tardando mucho en llegar.

Este último factor, naturalmente, conduce a suponer que estas ondas sonoras han atravesado las más altas regiones de la atmósfera antes de volver abajo, siendo atribuída la intensidad anormal en la orla más interna de esta zona a la convergencia de rayos que han recorrido caminos ligeramente diferentes, sin otra pérdida que la del amortiguamiento en el aire de la estratosfera. Puesto que sabemos que la temperatura y, con ella, la velocidad del sonido, decrece en las diez primeras millas por encima de la superficie de la tierra, tenemos que suponer que, en la ausencia de refracción causada por gradientes de viento, las trayectorias que constituyen los rayos sonoros son cóncavas, vistas desde arriba, en estas regiones. La información respecto a la temperatura es obtenida con globos-sondas — pequeños globos que llevan una cesta con instrumentos para indicar la temperatura, presión y humedad hasta la altitud a la cual estalla el globo, volviendo la cesta a tierra en condiciones de seguridad por medio de una paracaídas que se abre al caer. Hay indicaciones de que, al nivel actual de los globos sondas, la temperatura está cesando de caer, y los meteorólogos dan por admitida una inversión de temperatura a esta altura y suponen que, por encima de este nivel, la estratosfera es calentada de tal modo por la radiación del sol, que se entra rápidamente en regiones de más alta temperatura. Es evidente, en efecto, que algo tiene que acontecer a las ondas sonoras en esta región que las devuelva al suelo — algo, esto es, que dé una trayectoria convexa (vista desde arriba) a los rayos en la estratosfera; a falta de reflexión por un estrato de discontinuidad en la atmósfera, esto implica una región en la cual la velocidad va continuamente incrementándose hacia arriba, mientras que abajo, en la troposfera, la velocidad decrece con la altura.

Tomando en cuenta la dirección de los rayos al volver a tierra en la zona anormal, se ha estimado que los rayos que alcanzan el borde exterior de esta zona (ordinariamente unos 200 km. desde la fuente) debían tener una inclinación original de 40° con el horizonte. Es, entonces, una cuestión de hacer hipótesis en cuanto a la velocidad del sonido por encima de 17 km., y confrontarlas con el tiempo conocido de propagación del sonido desde la fuente dentro de la distancia superficial dada (de 180 a 300 km.). La hipótesis más sencilla parece ser la de suponer que, por encima del nivel de inversión, la velocidad del sonido aumenta con

tal rapidez que alcanza su valor superficial entre los 30 y 40 km. Esto da, para el rayo que llega al borde exterior de la zona anormal, una altitud máxima de 70 km. Los rayos con una trayectoria de ángulo inicial mayor de 40° son « perdidos », a menos que sean reflejados por nubes acústicas. La figura 1 representa tales rayos sonoros en proyección vertical, y los resultados obtenidos en una de las explosiones son representados en la figura 2 (ensayo hecho en Kummendorf, en diciembre de 1925, según DUCKERT [1]). La zona donde el sonido fué oído a la velocidad normal está marcada por puntos. La zona anormal de velocidad manifiestamente baja está indicada por rayado horizontal. Se observa que está mejor definida al este de la fuente en el verano, y al oeste en el inverno (un carácter general sobre el cual los vientos superficiales tienen poca influencia). La expresión « velocidad manifiestamente baja » quiere decir, desde luego, que es baja la velocidad cuando se cuenta en terminos de la distancia superficial.

En realidad, el sonido se propaga con velocidad anormalmente alta sobre la mayor parte de su trayectoria. Hay indicaciones, después de ulteriores lagunas de silencio, de sectores de dos zonas más de audibilidad (marcadas con rayado vertical) al oeste. Estas son atribuídas a « rebotes » de los rayos, de suerte que el proceso de penetración en la estratosfera y vuelta al suelo se repite con intensidad decreciente. La igualdad aproximada de las longitudes de tales saltos puede ser juzgada por la separación de las zonas en la figura 2.

En Inglaterra también WHIPPLE [8] ha hecho observaciones, utilizando como fuente el disparo de cañón, con micrófonos sensibles colocados en diferentes estaciones situadas a distancias de 70 a 100 millas. Estas confirmaron la variación estacional observada en los ensayos con explosiones; en esta serie, la recepción era mejor en las direcciones al oeste y noroeste del origen, de mayo a agosto, pero en el invierno era mejor al nordeste. Es posible que la explicación de estas variaciones pueda encontrarse en los vientos estacionales de la más alta atmósfera.

Volvamos ahora a la hipótesis que ha sido planteada para explicar el curso de los rayos sonoros en la estratosfera, teniendo en cuenta que no es defendible ninguna hipótesis que no dé velocidades de sonido crecientes con la altura.

De las tres constantes físicas que aparecen en la expresión de LAPLACE de esta velocidad, la presión *per se* no puede tener ningún efecto. Quedan la temperatura y la composición de la

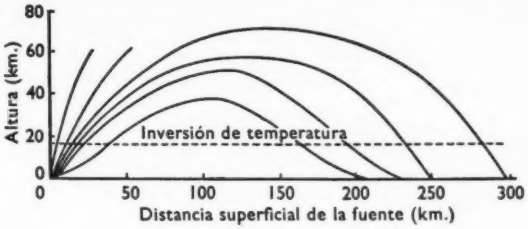


FIGURA 1

atmósfera. Para que aumente la velocidad, la temperatura tiene que elevarse, o la atmósfera tiene que hacerse más rica en moléculas ligeras de lo que es en la troposfera; o tienen que operar ambos efectos.

Cerca de la superficie de la tierra, como es bien sabido, la atmósfera se compone principalmente de moléculas diatómicas de oxígeno y nitrógeno, con pequeñas cantidades de los gases nobles, argon, helio, neon, etc. Los últimos son monoatómicos. La cuestión del número de átomos en la molécula es importante, pues la relación de los calores específicos a presión constante y a volumen constante (que entra en la expresión de la velocidad del sonido) depende de esto. Para la mayor parte de los gases monoatómicos la relación es

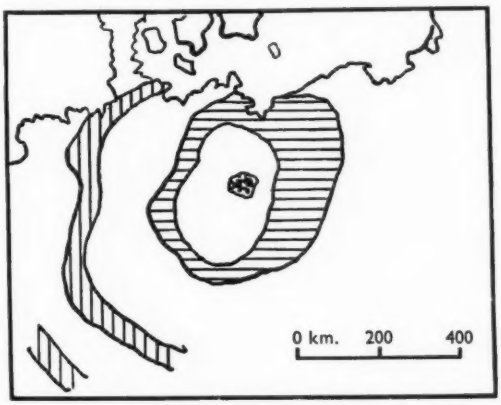


FIGURA 2

1,66, para los diatómicos 1,41, y para los triatómicos 1,3. Por consiguiente, prescindiendo de los cambios de densidad, el efecto de la disociación completa del aire en átomos — si esto fuera probable — elevaría la velocidad del sonido meramente en un 8 por 100. Es, en verdad, sabido que por encima de los 25 km. el oxígeno atómico predomina cada vez más, pero esta condición sóla no puede producir el incremento que buscamos.

Alguna información más se puede obtener del espectro de las auroras, fenómenos eléctricos que se sabe tienen su origen en las más altas regiones de la atmósfera, y cuya luz pudiera ser considerada como característica de estas regiones. Parece que el contenido de helio de la atmósfera permanece constante desde el suelo hasta el nivel de 20 km., pero que por encima de éste aumenta ligeramente con relación al oxígeno. La existencia del hidrógeno en la estratosfera no ha sido confirmada. De todos modos, sería necesaria una alta proporción de este gas para dar el incremento requerido de velocidad del sonido, si este incremento hubiera de ser atribuído solamente a la composición. Por consiguiente, nos vemos conducidos a adoptar la hipótesis de la elevación de temperatura. Si, en verdad, el efecto sobre la velocidad debe ser enteramente atribuído a la temperatura, tenemos que admitir que, a causa de la inversión a los 17 km., la temperatura alcanza de nuevo su valor superficial a 40 km., y a los 50 km. pasa de 70° C. Una idea semejante está completamente en contra de las teorías meteorológicas anteriores, y aunque ahora es generalmente aceptada, poco se sabe del mecanismo por el cual se calientan estas capas. Están, desde luego, muy enrarecidas, de suerte que la radiación del sol puede alcanzar las moléculas gaseosas sin sufrir gran absorción por otras moléculas que yacen todavía más arriba, en los confines de la estratosfera, mientras que el calor que nos llega a nosotros ha sido filtrado o reflejado por los gases y el vapor de agua. Esta sugestión queda un poco desvirtuada con los resultados de los experimentos sobre la propagación del sonido, llevados a cabo desde estaciones árticas durante la noche polar.

Estudios experimentales de las influencias atmosféricas sobre la propagación superficial fueron hechos en 1870 por TYNDALL para los *Trinity House Brethren*, que tienen a su cargo los faros y sirenas de navegación alrededor de la costa británica. Tyndall alcanzó el resultado, sorprendente en aquel tiempo, de que una niebla cerrada era acompañada de una percepción favorable de las señales. Esto era debido, no a la humedad atmosférica por sí misma, sino al hecho de que la niebla indica condiciones atmosféricas estables y homogéneas. Cuando la atmósfera es irregular, en el sentido de que presenta una diversidad de densidades, con distribución desigual de temperatura y humedad, es cuando se presentan las fluctuaciones en la audibilidad, tanto en el tiempo como en el espacio.

A veces, estas irregularidades, en la forma de nubes acústicas, daban lugar a ecos prolongados del sonido de la sirena, que duraban hasta 15 segundos después que se había parado la sirena. Debido a la presencia de tales lugares de reflexión en la atmósfera, una sirena dando una nota continua de corta duración es oída mejor a veces, y a veces peor, que el corto impulso producido por la detonación de un fusil.

El COMANDANTE TUCKER [7] exploró el campo sonoro alrededor de las sirenas de North Goodwin y Casquet. Durante un día típico de verano, la intensidad del sonido recogido variaba irregularmente en una relación de 30 a 1 en el período de unos minutos. Se observó que se disponía de un gradiente de temperatura favorable a la propagación del sonido cuando el aire, que había pasado por encima de un área de tierra a alta temperatura, se enfrió en sus estratos inferiores, al pasar al mar en la proximidad de la fuente [6]. En estos casos también, una reducción general en la humedad fué ordinariamente acompañada de una reducción en la audibilidad.

Cuando la atmósfera no es homogénea en densidad en ningún nivel, la variación se debe, ordinariamente, a las nubes o bancos de niebla. Aparte del tipo de reflexión o refracción producido por semejantes obstáculos, los cuales son enormes comparados con las longitudes de onda del sonido, hay otra fuente de difusión del sonido que corre parejas con el mismo fenómeno para la luz — la difusión que tiene lugar cuando la luz pasa a través del humo u otra suspensión cualquiera de partículas, del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la luz. Aunque las gotas de lluvia, incluso las mayores, no pueden aproximarse a la longitud de onda de las notas graves, las longitudes de las ondas sonoras de alta frecuencia, cerca del más alto límite del sonido de tiple, tienen que ser contadas en milímetros. El efecto de obstáculos de esta clase sobre el paso normal de las ondas de alta frecuencia o ultrasonoras ha sido puesta de manifiesto en algunas investigaciones recientes [4], en las cuales se hacía pasar un haz sonoro de esa naturaleza a través de suspensiones de humo artificial de óxido de magnesio y esporas de licopodio. Los resultados demuestran que hay una absorción considerable de energía sonora, a medida que la frecuencia aumenta. Esto está confirmado en la práctica. Es bien sabido que en un día brumoso, o en un día acompañado de chubascos, las irregularidades de densidad de la atmósfera se traducen en una atenuación considerable de los sonidos de alta

frecuencia, mientras que los de frecuencia más baja quedan sin ser afectados.

En realidad, es más probable que los últimos sean alterados en su propagación en un día de viento racheado. En tales ocasiones, los elementos perturbadores del campo sonoro son los remolinos creados por la turbulencia. Estos pueden alcanzar una extensión de varios pies de diámetro, y son capaces, a pesar de su intangibilidad, de trastornar la propagación de ondas largas.

Muy recientemente, EAGLESON [2] ha llevado a cabo determinaciones de la absorción del sonido al aire libre en Bloomington, Indiana, sobre distancias cortas (180 metros) y a frecuencias audibles. Mientras que la teoría y la práctica están de acuerdo dentro de la aproximación un poco sorprendente del 1 por 100 en buenas condiciones de homogeneidad atmosférica, las irregularidades de densidad de la atmósfera producían variaciones caprichosas en las lecturas de los instrumentos, que ascendían hasta el 10 por 100 de lo normal, después de descontar el efecto de la humedad media sobre la absorción esperada.

Existe todavía otra causa de absorción selectiva de las ondas sonoras, incluso en una atmósfera homogénea. KNUDSEN [3] descubrió que la relación de disminución de la reverberación en una sala, después que la fuente sonora, constituída por un alta-voz, había sido silenciada, variaba considerablemente con la humedad. La absorción clásica (debida al rozamiento y a la conducción térmica) es desapreciable en comparación. A una temperatura dada, el coeficiente de absorción alcanza un máximo para un cierto valor de la humedad (*véase figura* 3). En otras palabras: a una humedad constante, el coeficiente de absorción aumenta marcadamente con la frecuencia, siendo más importante el efecto con grandes presiones de vapor de agua. El efecto, también, ha sido investigado en la región de frecuencias ultrasonoras [5]. Que éste constituye una forma de absorción molecular no cabe duda, aunque la manera precisa por la cual un número relativamente pequeño de moléculas de agua puede dotar de rigidez a las moléculas de oxígeno y de nitrógeno, para que éstas puedan amortiguar las vibraciones que pasan a través de ellas, no está todavía debidamente comprendido.

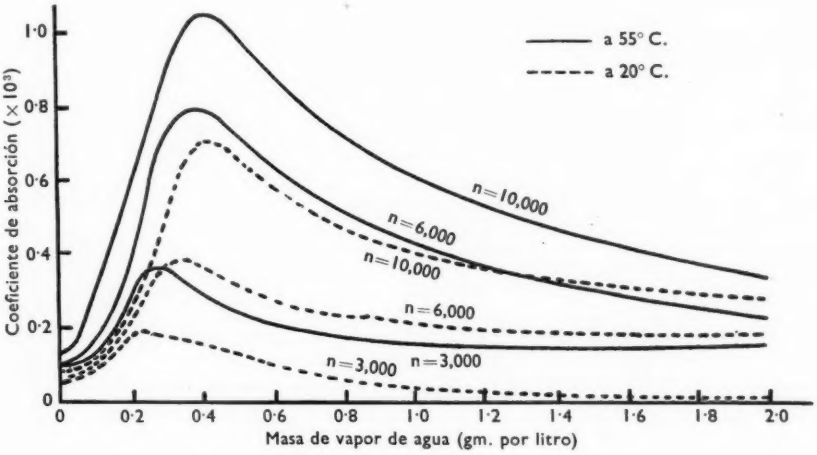


FIGURA 3

REFERENCIAS

[1] DUCKERT, P. *Physik. Ergeb. d. Kosm.*, 1931, **1**, 236.
[2] EAGLESON, H. V. *J. Acoust. Soc.*, 1941, **12**, 427.
[3] KNUDSEN, V. O. *Phys. Rev.*, 1933, **43**, 1051.
[4] LAIDLER, T. S., y RICHARDSON, E. G. *J. Acoust. Soc.*, 1938, 9, 217.
[5] MOKHTAR, M. *Thesis, Durham*, 1939.
[6] PLAYER, E. S. *Q.J. Met. Soc.*, 1926, **52**, 351.
[7] TUCKER, W. S. *J. Roy. Soc. Arts*, 1923, **71**, 132.
[8] WHIPPLE, F. J. W. *Q. J. Met. Soc.*, 1935, **61**, 285.

Progresos en químicoterapia bacteriana

L. P. GARROD

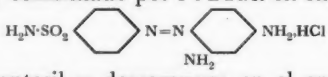
En el corto espacio de siete años, los progresos en la químicoterapia de la infección microbiana han dado lugar a cambios impresionantes en la práctica médica. La neumonía, fiebre cerebro-espinal, fiebre puerperal y la « intoxicación de la sangre » son ahora dóciles al tratamiento. El Profesor Garrod describe algunos de los nuevos medicamentos causantes de esta transformación, y ofrece una explicación convincente de su modo de acción.

Al combatir el ataque de una infección microbiana, el remedio que destruya el micro-organismo mismo será claramente el más seguro en su acción. Si un medicamento capaz de hacer esto puede alcanzar el área afectada en la sangre, penetrándola completamente, será logrado el ideal terapéutico. Apenas si es necesario decir que la mayor parte de los « antisépticos » son enteramente inapropiados para tal fin: son mucho más letales para el hombre mismo que para los micro-organismos que le atacan. Generalmente, cuanto más complejo un organismo, tanto más fácilmente es intoxicado, y una substancia que haya de ser relativamente inofensiva para el organismo humano, pero letal para un micro-organismo unicelular, habrá de tener propiedades excepcionales, y no será fácil de encontrar.

Hasta tiempos recientes, se ha distinguido claramente, a este respecto, entre protozoos y bacterias. Los primeros pertenecen al reino animal, son algo más complejos, por lo que concierne a su estructura y metabolismo, y por esto se creyó que eran más susceptibles al ataque: la eficacia de la quinina en la malaria, y de la ipecacuana en la disentería amoebiana, parecían favorecer esta opinión. Las bacterias, por otra parte, son los seres más primitivos del reino vegetal: no se conocía ninguna substancia medicinal que impidiera seriamente el desarrollo de sus actividades dentro del organismo.

El año 1935 señala un descubrimiento cuyas consecuencias han revolucionado la práctica de la medicina. Aunque hasta el profano menos inquisitivo no puede dejar de darse cuenta de que ha tenido lugar un progreso notable, su magnitud y significación no parecen ser enteramente apreciadas, ni siquiera por los más directamente interesados: el dominio efectivo de enfermedades que antes eran sumamente peligrosas, por el mero acto de ingerir unas tabletas, ha llegado a ser una cosa natural. Las infecciones agudas que responden mejor a este tratamiento son las que con frecuencia resultaban fatales en los primeros años o en la flor de la vida — neumonía, meningitis, fiebre puerperal e infecciones sépticas de todas clases, ya envolviendo heridas de guerra u otras grandes lesiones, ya originándose de alguna manera más ligera, pero conduciendo a un estado frecuentemente descrito en los informes judiciales como de « intoxicación de la sangre ». Estos eran casos ante los cuales la ciencia médica permanecía casi impotente: ahora son dóciles al tratamiento en la misma medida que antes eran rebeldes. El origen de estos y otros adelantos en la químicoterapia bacteriana fué la síntesis realizada por MIETZSCH y KLARER del medicamento conocido como prontosil, y la revelación de sus propiedades terapéuticas por DOMAGK. Mientras que el descubrimiento inicial fué hecho en los laboratorios de la *I.G. Farbenindustrie*, los inmensos desarrollos que le han seguido son debidos, en primer lugar, a una observación hecha en Francia, y después, en lo fundamental, a la obra realizada en la Gran Bretaña y en los Estados Unidos.

El descubrimiento del prontosil fué puramente empírico, y la naturaleza de su acción era desconocida. Fué primeramente sentado por investigadores franceses, los TREFOUELS, NITTI y BOVET, y confirmado por FULLER en Inglaterra,



que el prontosil se descompone en el organismo, liberando su constituyente activo, la *p*-aminobenceno sulfonamida,

un compuesto ahora conocido casi universalmente como sulfanilamida, aunque también, desgraciadamente, por una gran confusión de nombres comerciales. A pesar de la oposición alemana a admitirlo, quedó establecido que el prontosil debía su actividad terapéutica a este constituyente, y la sulfanilamida misma, que tenía las ventajas de mayor solubilidad y de absorción más rápida, entró en el uso terapéutico en lugar del prontosil.

Este nuevo descubrimiento ha conducido a la síntesis de innumerables compuestos adicionales basados sobre la molécula de sulfanilamida, con la esperanza de conseguir un efecto mejor o de extender la esfera de acción de este tratamiento a otras enfermedades. No cabe duda de que el progreso más importante fué la introducción en 1938 de la 2-*p*-aminobencenosulfonamido-piridina para el tratamiento de la neumonía. Este medicamento, conocido por sulfa-piridina, o por « M. y B. 693 », fué obtenido por síntesis por A. J. EWINS, y ensayado experimentalmente por L. E. H. WHITBY, del *Middlesex Hospital*. La mayor parte de las variadas manifestaciones de infección producida por estreptococos había sido dominada por la sulfanilamida, pero este medicamento tenía poca acción sobre el estrechamente emparentado neumococo, la causa principal de la neumonía, una enfermedad a la que el difunto SIR WILLIAM OSLER, tomando una expresión de John Bunyan, definió como « Capitán de los Hombres de la Muerte ». El efecto de la sulfapiridina en la mayor parte de los casos de neumonía es impresionante; la mortalidad debida a esta enfermedad ha caído desde un 25 por 100, como promedio general, a cerca del 5 por 100, y el número de vidas salvadas, aunque enteramente fuera de los límites del cálculo, probablemente excede el total de lo que tiene en su crédito la químicoterapia cuando se ponen juntas todas las demás infecciones bacterianas. La evaluación de este tratamiento en estudios en gran escala, adecuadamente dirigidos, ha sido efectuada principalmente en los Estados Unidos, de donde también ha venido recientemente otro medicamento, la 2-sulfanilamido-pirimidina («sulfadiacina»), ahora en demanda creciente, no solamente en razón de su eficacia, sino porque puede tomarse en grandes dosis sin causar las nauseas y la depresión producidas por otros remedios. Esta ventaja, y otras más, se reclama para la sulfametacina [2-(4′-aminobencenasulfonilamino) 4 : 6-dimetilpirimidina], un nuevo producto británico, la acción del cual se está estudiando ahora antes de ponerlo al mercado.

De más amplio interés que la conquista de una infección particular ha sido el problema de saber cómo actuan estos compuestos. No se comportan como antisépticos ordinarios, destruyendo bacterias en el tubo de ensayo en unos cuantos minutos. Efectivamente, el prontosil no tiene acción ninguna sobre las bacterias fuera del organismo, y la de la sulfanilamida es inapreciable cuando se la ensaya por los métodos ordinarios, ya que consiste solamente en la capacidad de impedir el desarrollo de unas pocas bacterias, más bien que en la facultad de aniquilarlas en grandes cantidades. Era, pues, natural que se supusiera algún otro modo de acción en el organismo que el directamente letal para las bacterias: la complejidad de los procesos, tanto del ataque microbiano como de la defensa orgánica, es tal que hay muchos puntos en los cuales pudiera tener lugar una interferencia. Aparte de varias hipótesis de esta naturaleza, ha habido dos escuelas extremas de teoría, una de las cuales ha sido proclamada principalmente en Alemania por el mismo Domagk y otros. Su actitud ha sido casi de reverente agnosticismo, como si el desarrollo de acontecimientos en un área de infección del organismo viviente sujeto a la químicoterapia mantuviera secretos que nuestros presentes conocimientos no pudieran aspirar a dominar. Denominar a un remedio « echt Chemotherapeuticum » es para ellos elevarlo a un nivel de misterio impenetrable. El extremo opuesto, el cual ha sido mantenido quizás más ampliamente, lo expresé ya en mayo de 1938 y lo he sostenido desde entonces; ello es que los compuestos de sulfonamida no tienen ninguna acción oculta ni indirecta, sino que detienen el desarrollo bacteriano en el organismo obstaculizando de algún modo el proceso necesario para su multiplicación. Esto en sí mismo es bastante para asegurar su destrucción, ya que las bacterias mantenidas a la temperatura del organismo tienen que crecer o morir, y también porque las infecciones agudas no progresan más que por muy rápida multiplicación bacteriana; si ésta cesara, la intensidad creciente de las fuerzas de defensa vencería inevitablemente.

Ahora sabemos que es ésta la verdadera explicación, y podemos ademas comprender de una manera precisa cómo los compuestos de sulfonamida impiden el desarrollo bacteriano. Para la historia de este descubrimiento, tenemos que retroceder diez años, a la fundación por P. FILDES, en el *Middlesex Hospital*, de un laboratorio para el estudio del metabolismo bacteriano. Desde la época de PASTEUR hasta el día presente,

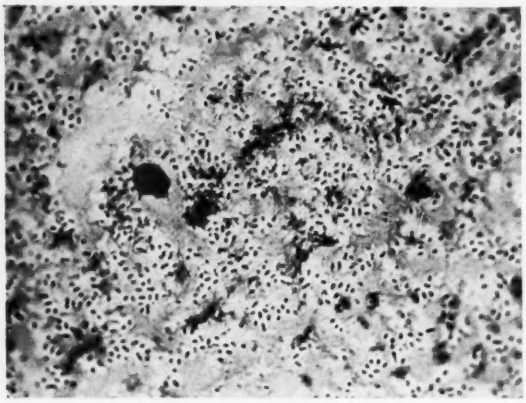


FIGURA I (*a*) – *Neumococos presentando la morfología normal (bacterias alargadas intensamente teñidas, principalmente en pares, y de tamaño uniforme).*

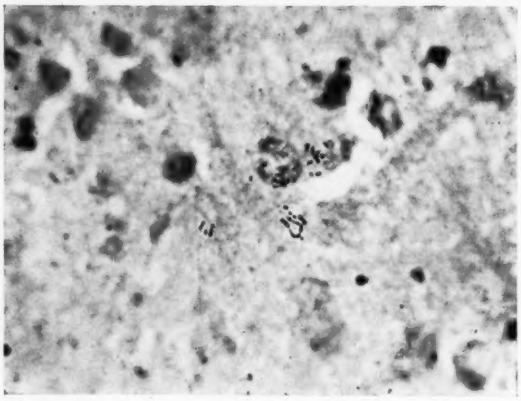


FIGURA I (*b*) – *Neumococos en el pus de un absceso desapercibido y sin tratar durante varios meses. Si una condición semejante permanece localizada, muchas de las bacterias se degeneran y mueren, produciéndose formas abultadas y contraídas que se tiñen pobremente.* (I : 475)

las bacterias han sido cultivadas en medios conteniendo extractos de carne: Pasteur usó « bouillon nutritif », y todavía es « caldo » el nombre de un medio universalmente empleado. Para los fines de cada día es bastante que la mayor parte de las bacterias crezcan en un medio compuesto de extracto de carne y peptona, cuando lo único que se persigue es que crezcan. Pero sería evidentemente muy ventajoso, para la comprensión del fundamento de la actividad bacteriana, conocer en términos químicos exactos qué elementos nutritivos son necesarios para su desarrollo. Estos no pueden ser identificados más que empleando medios compuestos de ingredientes puros, y preferiblemente sintéticos, partiendo en cualquier caso de la constitución más sencilla posible y haciendo adiciones hasta que el desarrollo sea asegurado. Por este método, Fildes y sus colaboradores han reunido extensos y valiosos datos, y han identificado varios « factores » previamente desconocidos, necesarios para el desarrollo de diferentes especies bacterianas. Habiendo determinado exactamente, en el curso de este trabajo, los requisitos necesarios para el desarrollo de los estreptococos, ellos se encontraban en una posición única para estudiar cualquiera que fuera el efecto producido por la sulfanilamida sobre el desarrollo de este micro-organismo.

El ataque real del problema fué hecho de una manera peculiar, y debe algo a la obra de otros. J. S. LOCKWOOD, de Filadelfia, fué el primero en observar que la detención del desarrollo bacteriano por la sulfanilamida *in vitro* es impedida por la peptona: ésta es un constituyente de todos los medios ordinarios de cultivo, y su presencia explica así los resultados no impresionantes de los primeros ensayos. Había sido conocido durante largo tiempo que la detención del desarrollo deja de tener lugar cuando el número inicial de bacterias es grande, y T. C. STAMP y H. N. GREEN reforzaron esto, demostrando que puede ser extraída una substancia de los estreptococos mismos, y de otras bacterias, que antagoniza la acción de la sulfanilamida. El colega de Fildes, D. D. WOODS, halló después que esta substancia se encontraba en la levadura, y puesto que ésta es una fuente prolífica, pudo fraccionarla y estudiar la capacidad de cada fracción para antagonizar la acción de la sulfanilamida sobre los estreptococos en un medio sintético. Por este laborioso proceso consiguió identificar la substancia de que se trataba: es el ácido *p*-amino benzóico. Estos resultados sorprendentes se explican de una manera sencilla. Sabemos ahora que el ácido *p*-aminobenzóico es esencial para la nutrición de los estreptococos y algunas otras bacterias. Ellas mismas pueden formarlo, pero su ulterior utilización depende de una reacción de enzima, la cual es impedida por la sulfanilamida: así queda interrumpida una etapa esencial en la formación de algún constituyente necesario para la célula bacteriana. La concentración de sulfanilamida que puede ser producida por dosis ordinarias en la sangre, y por consiguiente por todos los tejidos, logra este efecto en el medio nutritivo proporcionado por el organismo

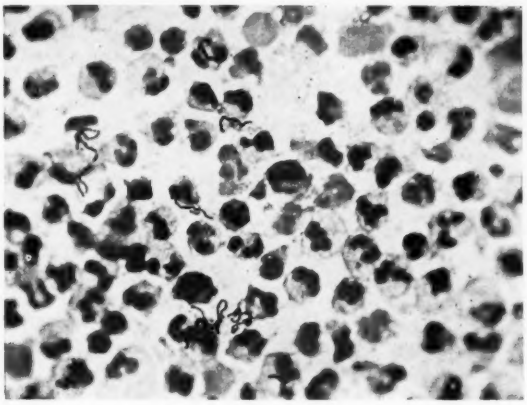


FIGURA 2 (*a*) – Streptococcus pyogenes *en el pus presentando la morfología normal (largas cadenas encorvadas de bacterias de tamaño uniforme, tiñéndose uniformemente; las grandes células esféricas al fondo son leucocitos).*

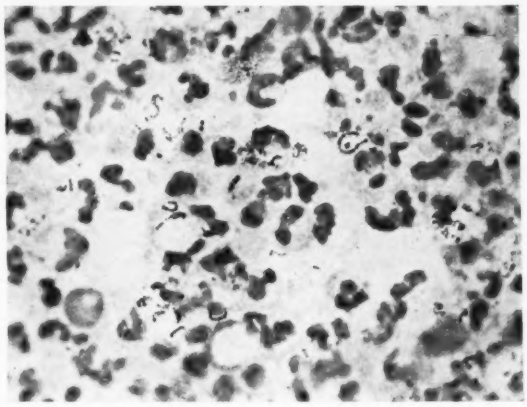


FIGURA 2 (*b*) – *El mismo micro-organismo de un absceso de sólo tres días en un paciente tratado con sulfapiridina. Hay gran irregularidad de tamaño y forma, y muchas de las bacterias se tiñen pobremente* (véase figura 1 (*b*)). (1 : 475)

mamífero infectado. Que la muerte de las bacterias bajo la influencia de estos medicamentos es simplemente una muerte por inanición pudiera ser deducido de las figuras que se acompañan.

La profunda significación de este descubrimiento no necesita ser subrayada. Poniendo al descubierto el mecanismo exacto que yace a la base del descubrimiento terapéutico más importante de los tiempos modernos, se ha dejado abierto el camino para su extensión con arreglo a líneas racionales y no meramente empíricas. Ha tenido un efecto más inmediato y práctico al fomentar y justificar la aplicación local de estos medicamentos en forma de polvo a las heridas, una medida que ha resultado ser de inmenso valor, particularmente en la cirujía de guerra.

Un examen de los progresos realizados en esta esfera no sería completo si no se hiciera referencia a las asombrosas observaciones que se tienen hechas recientemente en la extracción de substancias antisépticas de los micro-organismos mismos. Si por casualidad o por ser parte del antagonismo entre las especies que aparece con tanta frecuencia extendido tanto por el reino animal como por el vegetal, lo cierto es que algunos micro-organismos producen substancias altamente nocivas para otros. La penicilina, una substancia hasta aquí sin identificar, formada por el moho *Penicillium notatum*, es un poderoso antiséptico, y nada se interpone en el camino de lo que promete ser de un uso precioso en medicina, sino la dificultad de producirlo en escala adecuada. A. FLEMING, en el *St Mary's Hospital*, Londres, fué el primero en observar la acción de esta substancia, y recientemente ha sido estudiada por H. W. FLOREY y otros en Oxford. Gramicidina es el nombre dado a una substancia extraída por DUBOS, de Nueva York, de un bacilo aislado del suelo, y que fuera de esto no tiene ningún interés; posee propiedades similares a las de la penicilina, y en los últimos meses se ha recibido información de que satisface una necesidad especial en el tratamiento de infección de heridas.

REFERENCIAS

[1] DOMAGK, G. *Klin. Wochenschr.*, 1937, **16**, 1412.

[2] GARROD, L. P. *Lancet*, 1938, **i**, 1125, 1178.

[3] LOCKWOOD, J. S. *J. Immunol.*, 1938, **35**, 155.

[4] STAMP, T. C. *Lancet*, 1939, **ii**, 10.

[5] GREEN, H. N. *Brit. J. Exp. Path.*, 1940, **21**, 38.

[6] WOODS, D. D. *Ibid.*, 1940, **21**, 74.

[7] ABRAHAM, E. P.; GARDNER, A. D.; CHAIN, E.; HEATLEY, N. G.; FLETCHER, C. M.; JENNINGS, M. A.; y FLOREY, H. W. *Lancet*, 1941, **ii**, 177.

[8] DUBOS, R. J., y HOTCHKISS, R. D. *J. Exp. Med.*, 1941, **73**, 629.

[9] FRANCIS, A. E. *Lancet*, 1942, **i**, 408.

Revistas de libros

EJERCICIOS PRACTICOS DE INGENIERIA QUIMICA

The Applications of Chemical Engineering, *editado por Harry McCormack. Pág. x* + 431. *Chapman y Hall Limitada, Londres.* 1940. 21/-

El título de este libro ha sido elegido un poco desafortunadamente, y a duras penas sirve para indicar su alcance. Es, en realidad, un manual práctico de laboratorio de la ingeniería química, dirigido a facilitar ejercicios prácticos a propósito para un curso universitario. El libro es el resultado del esfuerzo cooperativo de una docena de autores, todos dedicados a la enseñanza de la ingeniería química en varias universidades americanas. Debe su origen, en gran parte, a la obra realizada por dos comisiones de la *Society for the Promotion of Engineering Education*, las cuales acumularon una cantidad considerable de materia apropiada par la enseñanza de laboratorio.

Aunque los capítulos son de diferentes autores, el método general de tratar cada manipulación es el mismo. Después de una breve exposición de la teoría general que constituye la base de la manipulación, se describen con detalle un cierto número de ejercicios prácticos. En conexión con cada ejercicio, se hace una exposición de su objeto, la descripción del material, un bosquejo del procedimiento a seguir, y se indica el método que debe ser adoptado para dar cuenta de los resultados del ejercicio. En conjunto, el libro contiene setenta y dos ejercicios, y de este modo se dispone de una selección bastante amplia para satisfacer las condiciones de local de cada laboratorio en particular. Todos los ejercicios han sido cuidadosamente elegidos, satisfactoriamente ensayados durante un cierto número de años, y proyectados de manera que puedan ser realizados con material bastante simple que sea fácil de obtener. Cada ejercicio está ideado para poner de manifiesto los principios teóricos básicos, y para que pueda ser llevado a cabo durante un término de cuatro horas de laboratorio.

El libro es una contribución de lo más valiosa a la literatura concerniente a la enseñanza de la ingeniería química, y abarca un tema que hasta aquí aparecía muy esparcido en la literatura. Indudablemente, será apreciado en este país, donde la enseñanza de la ingeniería química no ha sido todavía desarrollada en la misma escala de los Estados Unidos, y puede ser aplicado sin ninguna adaptación material a las condiciones de enseñanza aquí. En la enseñanza de cualquier rama de la ingeniería, el trabajo práctico de laboratorio es una parte esencial, pues constituye el lazo de unión entre los principios científicos abstractos y las aplicaciones prácticas con las cuales el estudiante habrá de encontrarse más tarde en la industria.

Las contribuciones de los diversos autores del libro han sido bien coordinadas en cuanto a la materia se refiere, pero menos afortunadamente en algunos puntos de detalle. Un ejemplo notable es el de los diferentes métodos adoptados en varios capítulos para tratar de las referencias a la literatura. Hay más errores de imprenta de los que uno espera en una obra de esta talla, y muchas omisiones de poca importancia en las referencias. No cabe duda que estos pequeños defectos habrán desaparecido en una edición posterior.

A. J. V. UNDERWOOD

PLASTICOS INDUSTRIALES

Plastics in Industry, *por « Plastes». Pág. xvii* + 248. *Chapman y Hall Limitada, Londres. Segunda edición*, 1942. 15/-.

La principal aspiración de este libro es la de dar a los dedicados a la industria un conocimiento básico de los plásticos que les permita aplicar estos modernos materiales de construcción a sus propios problemas cotidianos. El hecho de que fuera necesaria una segunda edición a los nueve meses de la primera es testimonio suficiente, tanto de la eficiencia con la cual ha sido alcanzada esta aspiración, como también del interés creciente que los técnicos van tomando en los plásticos. Los primeros cuatro capítulos están consagrados a la exposición de los fundamentos de la industria, comenzando con las definiciones de los términos técnicos envueltos, la descripción de los más importantes de los materiales termofraguantes y termoplásticos usados y los métodos de moldeo y fabricación de ellos. De esta manera, el que haya de emplearlos está provisto de los datos adecuados para ver si puede esperar que un plástico determinado sirva para lo que se pretende.

El resto del libro está consagrado al examen del papel que los plásticos jugaron en la vida industrial y doméstica con anterioridad al principio de la guerra actual. En cuanto ha sido posible, los datos han sido modernizados en la segunda edición, pero por razones evidentes todo el papel que los plásticos están jugando en el esfuerzo de guerra tiene que quedar reservado para una edición de post-guerra. Ha sido añadido un capítulo que trata de las aplicaciones recientes de los plásticos al aislamiento térmico.

Muchas de las pequeñas inexactitudes que se deslizaron en la primera publicación han sido corregidas en la nueva edición. Hay también un número más considerable de ilustraciones. Se hace una breve exposición de la literatura técnica de que se dispone en relación con el tema. El libro está bien presentado y debiera estar en posesión de todos los que traten con materiales de construcción; éstos encontrarán en él un guía provechoso en la previsión de las cosas por venir.

V. E. YARSLEY

LA HISTORIA DE LA GOMA ELASTICA

Rubber and its Use, *por Harry L. Fisher. Pág. xvi* + 128, *con una portada y* 20 *figuras. Macmillan y Compañía Limitada, Londres.* 1942. 7/6.

El fabricante de goma en el pasado era muy semejante al médico — poco dispuesto a discutir su profesión con sus relaciones. Ambos se inspiraban en la misma idea, a saber: que los clientes y pacientes respectivamente estarían mejor sin saber nada respecto al asunto. El resultado es que para el profano, con una excepción, la « goma » es « goma », ya sea cruda o vulcanizada; la excepción la constituye la « goma roja », a la cual se la supone poseer misteriosamente buenas características de envejecimiento. Esta actitud está ahora cambiando, debido en gran parte al hecho de que los clientes de los fabricantes de goma no son ya solamente personas sin conocimientos, sino organizaciones técnicas que tienen por costumbre enterarse de lo que compran.

En este y otros sentidos, se ha desarrollado un interés general por la goma. Los acontecimientos recientes del Lejano Oriente han intensificado grandemente este interés popular y lo

han extendido incluso a la goma sintética. El autor de este pequeño libro establece que ello es el resultado del interés demostrado por las distintas audiencias cuando él daba conferencias ante sociedades de química, estudiantes de colegios universitarios, escuelas secundarias y diversas clases de círculos sociales. ¿Qué más pruebas se necesitan del interés general por la goma en el momento presente? En adición, el autor ha basado su libro sobre las diversas preguntas hechas por estas audiencias, pero no debiera deducirse que esto haya reducido el alcance del libro en ningún sentido, pues todos los aspectos y todos los campos de la técnica de la goma elástica han sido tratados de una manera interesante.

Es el libro que los que se encuentran en relación con la administración de organizaciones técnicas de la goma han estado esperando para ponerlo en las manos del personal recién incorporado. Para el lector en general será una mina de información. El técnico de la goma, a pesar del hecho de que la mayor parte del contenido le será bien conocido, leerá el libro con gusto, ya que comprenderá el entusiasmo del Dr Fisher por esta fascinadora cuestión.

W. J. S. N.

AGOTAMIENTO DEL MAR

The Overfishing Problem, *por E. S. Russell. Pág. viii* + 130. *Cambridge University Press, London.* 1942. 7/6.

Hace unos ochenta años la *Royal Commission on Fisheries* hacía la recomendación de que todas las restricciones sobre la pesca fueran revocadas. La población de peces comestibles era entonces adecuada para las atenciones de los barcos de vela pescando con cuerdas de anzuelos. Pero hacia fines del siglo pasado el vapor comenzó a reemplazar a la vela, y con ello fueron introducidos medios más poderosos. El número de peces sacados del fondo del mar era cada vez mayor. Aunque el efecto fué compensado por algún tiempo por el desarrollo de nuevas áreas de pesca, las estadísticas del pescado desembarcado iban gradualmente revelando los efectos de pescar con exceso en el decrecimiento de la cantidad recogida y la disminución del tamaño de los peces.

La demostración del hecho de la pesca con exceso, junta con la discusión de los medios de prevenirla, constituyen los temas asociados del libro del DR RUSSELL. Como Director de las *Fishery Investigations to the Ministry of Agriculture and Fisheries*, él habla con autoridad única sobre la cuestión. Las cifras que da revelan que, a pesar de la intensidad creciente de la pesca, la cantidad recogida en la mayor parte de las áreas, o bien permanece estacionaria, o bien presenta una disminución real.

El Dr Russell señala dos errores que se han cometido. Primero, se ha pescado con exceso, por lo que la cantidad recogida ha caído por debajo del máximo que pudieran mantener los poderes de reproducción y relación de crecimiento de los peces; y, segundo, se destruyen demasiados peces de tamaño poco crecido. El último mal puede curarse haciendo más ancha la malla de la red, los efectos beneficiosos de lo cual han sido probados experimentalmente. Pero solamente un acuerdo internacional puede curar la primera.

Es probable que nuestras pesquerías estén llamadas a ser de la mayor importancia después de esta guerra, cuando puede suceder que quedemos dependiendo en más de nuestros propios recursos. El Dr Russell debe ser felicitado por la publicación de un libro que sienta las bases para una economía bien dirigida de la pesca de post-guerra.

C. M. YONGE

LA CIENCIA EN EL JARDIN

The Living Garden, *por E. T. Salisbury. Pág. xl* + 232. *G. Bell & Sons Limitada, Londres. Segunda edición*, 1942. 6/-.

Este libro es ya bien conocido de un amplio círculo de lectores, y damos la bienvenida a su reaparición en una edición revisada y más económica. Pocos autores saben más de la vida de las plantas que el PROFESOR SALISBURY, y menos todavía saben combinar este conocimiento con una apreciación estética de los jardines y con la habilidad para expresar ambas cosas en inglés sencillo. Todos los amantes del jardin que deseen comprender los principios fundamentales de la vida de la planta que cuidan encontrarán aquí un guía interesante y digno de confianza. Las ilustraciones son numerosas y están bien elegidas, y el libro en conjunto es delicioso.

UNA INTRODUCCION A LA ASTRONOMIA

Foundations of Astronomy, *por W. M. Smart. Pág. vii* + 268, *con* 119 *figuras. Longmans, Green & Compañía Limitada, Londres.* 1942. 16/-.

La astronomía es una ciencia que ha sido casi enteramente omitida en los cursos generales de ciencia en la Gran Bretaña. Este abandono es tan sorprendente como deplorable, pues la astronomía afecta a la vida cotidiana en muchos puntos. A ello es debido el extenso desconocimiento de los fenómenos celestes más sencillos y de sus consecuencias — tales como los movimientos del Sol hacia el norte y hacia el sur en el curso del año, el retardo en las horas de salida y puesta de la Luna de noche a noche, la diferencia entre el tiempo solar y el tiempo medio, el aspecto variable del cielo en el curso de una noche y de una estación a otra, y así sucesivamente. A ello también probablemente puede ser achacada la esparcida y creciente fe en las predicciones de los astrólogos.

La guerra ha proporcionado también mejores oportunidades para el estudio de los fenómenos celestes. En las horas de completa obscuridad, la gloria del cielo iluminado por las estrellas puede ser contemplada una vez más desde nuestras ciudades; el Cuerpo de Observadores, la Guardia de Defensa Interior, vigilantes contra bombas incendiarias, y otros con largos períodos de vigilancia, han tenido oportunidades excelentes para observar el cielo y los movimientos de las estrellas, los planetas y la Luna. El uso de las estrellas para proporcionar orientación en la noche está siendo cada vez más considerado, aunque todavía no forma parte de la preparación del soldado, como debiera. El Sol, Luna, estrellas y planetas proporcionan el método mejor y más seguro de navegación aérea. Una base de conocimientos astronómicos es de gran valor para el personal de las fuerzas aéreas y navales interesado con la navegación.

Este libro, por el Profesor de Astronomía en la Universidad de Glasgow, está dirigido principalmente a los estudiantes que toman un curso de astronomía de primer año en las universidades. El método seguido es esencialmente matemático, pero no se supone al lector con otros conocimientos matemáticos más allá de la trigonometría elemental y el uso de logaritmos. Como el título indica, abarca, en breve espacio, los fundamentos básicos sobre los cuales ha sido edificada la ciencia entera de la astronomía. Se dan numerosos ejemplos para ilustrar cuestiones de interés. Cualquiera que logre conocer este libro a fondo habrá adquirido una base sólida del conocimiento astronómico, la cual puede ser extendida de acuerdo con lo que requieran sus necesidades o pidan sus inclinaciones.

H. SPENCER JONES

Notas sobre colaboradores

SIR ROBERT ROBINSON.

Nació en 1886, hijo del primer inventor y fabricante en hacer cajas de píldoras, hilas quirúrgicas y vendas de algodón utilizando máquinas. Fué educado en la *Fulneck School*, próxima a Leeds, y en la Universidad de Manchester. Nombrado Profesor de Química Orgánica en la Universidad de Sydney en 1912, ha desempeñado desde entonces varias cátedras, y es actualmente Profesor de Química en la Cátedra *Waynflete* de la Universidad de Oxford. Su obra científica ha estado relacionada con la estructura y síntesis de productos naturales tales como los alcaloides y las antocianinas, y con la aplicación de teorías electrónicas al mecanismo de las reacciones. Ha sido presidente de la Sociedad de Química de Londres y posee medallas de la *Royal Society* y otros muchos doctos organismos. Un alpinista entusiasta, dice que su « vicio principal, un vicio malo, es el ajedrez ».

C. D. DARLINGTON.

Nacido en 1903, fué a la *St Paul's School*, Londres, pero partió de allí a la edad de 16 « y nunca se arrepintió de ello ». Empezó por ser discípulo de William Bateson en la *John Innes Horticultural Institution* en 1923, y fué nombrado Director de la Institución en 1939. Es bien conocido por sus investigaciones originales sobre la herencia, y en su libro *The Evolution of Genetic Systems* (1939) utilizó los estudios de cromosomas para establecer un nuevo punto de vista en biología. El prefiere Lucrecio, Stendhal y Lytton Strachey a casi todos los demás escritores, le gusta más Mozart que Sullivan, y detesta a los abogados, los creadores de imperios y el escribir cartas.

J. KENDALL.

Es Profesor de Química en la Universidad de Edimburgo, aunque natural del « degenerado Sur », habiendo nacido en Chobham, Surrey, en 1889. Se educó en la *Farnham Grammar School*, en la Universidad de Edimburgo y en el Instituto Nobel de Estocolmo. De 1913 a 1926 desempeñó una cátedra de química en la Universidad de Columbia, Ciudad de Nueva York, y durante la primera guerra mundial sirvió como Alferez (más tarde Teniente de Navío) en la Reserva Naval de los Estados Unidos. Después de dos años como Decano de la *Graduate School*, Universidad de Nueva York, fué trasladado en 1928 al puesto actual que tiene en Edimburgo. Ha hecho numerosas contribuciones al progreso de la química, y ha sido particularmente afortunado en la divulgación de la química.

SIR EDWARD APPLETON.

Es natural de Bradford, Yorkshire, donde nació hace cincuenta años. Después de ocupar cátedras de física, tanto en Londres como en Cambridge, llegó a ser, en 1939, Secretario del Departamento de Investigación Científica e Industrial. Como miembro del Consejo Científico del Gabinete de Guerra, actua mucho entre bastidores en el esfuerzo científico de guerra. Sus propias investigaciones han sido dirigidas a la exploración de la más alta atmósfera por medio de las ondas de la radio, y dirigió una expedición británica (1932–33) a Tromsö, en la Noruega Septentrional, para estudiar los efectos de la aurora sobre la radiotransmisión. En 1926 descubrió la capa ionizada de la atmósfera que ahora lleva su nombre y que hace posible la radio-comunicación alrededor de la tierra. Ha desarrollado gran actividad para fomentar la cooperación en el campo de la ciencia de la radio, y es Presidente de la Unión Científica e Internacional de Radio. Obtuvo la Medalla *Hughes* de la *Royal Society* en 1933, y también el *Morris Liebmann Memorial Prize* del *American Institute of Radio Engineers*. Ha tenido discípulos de investigación de todas las partes del mundo para aprender la técnica ionosférica desarrollada en este país.

F. T. BROOKS.

Nacido en 1882, en Wells, Somerset, fué educado en la *Sexey's School*, Bruton, y en el *Emmanuel College*, Cambridge, del cual es ahora uno de los *Fellows* (miembros con ciertas funciones directoras). En 1936 fué elegido Profesor de Botánica en la Universidad de Cambridge. En 1914 tuvo el cargo de Micólogo Oficial en la Federación de Estados Malayos, y durante la última guerra actuó como Patólogo de Plantas en el *Food Production Department*. Su libro *Plant Diseases* es bien conocido, y ha preparado a un gran número de patólogos de las plantas, de servicio ahora en diferentes partes del Imperio. Es uno de los Secretarios Generales de la *British Association* y miembro del Consejo de Investigación de Agricultura. Un jardinero entusiasta, sostiene que su experiencia como tal le ha servido de mucho como botánico y patólogo de las plantas.

E. G. RICHARDSON.

Nació en Watford, en 1896, y fué educado en la *Coopers' Company's School* y en el *University College*, Londres. En tiempo de paz es Profesor de Física en el *King's College*, Newcastle-upon-Tyne (Universidad de Durham). Sirvió en la *R.A.F.* en la guerra de 1914–18, y en la actual está dedicado a la investigación sobre acústica e hidrodinámica para los Servicios Oficiales. Está especializado en la física del sonido — una cuestión a la cual fué llevado por su interés en la música — y tiene escritos muchos libros y memorias sobre acústica, así como también sobre las aplicaciones generales de la física.

L. P. GARROD.

Bacteriólogo del *St Bartholomew's Hospital* y Profesor de Bacteriología en la Universidad de Londres. Ha estudiado la destrucción de bacterias por medios químicos desde muchos aspectos diferentes, ha ideado nuevos métodos de ensayo y empleo de los antisépticos, y ha mantenido firmemente la doctrina de que la defensa del organismo contra el ataque bacteriano por medio de agentes químicos es factible. Escribe acerca de la químicoterapia bacteriana como consecuencia del íntimo estudio de su desarrollo, y de su experiencia clínica en un gran hospital.

Acabado e impreso en la Gran Bretaña en THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, para los editores*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres, S.W.1*